



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA VÝSTAVNÍ HALY

VZDUCHOTECHNIKA PŘEDVÁDĚCÍ HALY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michael Poříz

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michael Poříz
Název	Vzduchotechnika výstavní haly
Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem centrálních vzduchotechnických systémů pro výstavní halu a administrativní budovu. Teoretická část je zaměřena na útlum hluku od vzduchotechnických jednotek. Druhá část je věnována návrhu VZT pro dva funkční celky – administrativu, výstavní halu. V poslední části je zpracována dokumentace vzduchotechniky tohoto objektu.

Preface

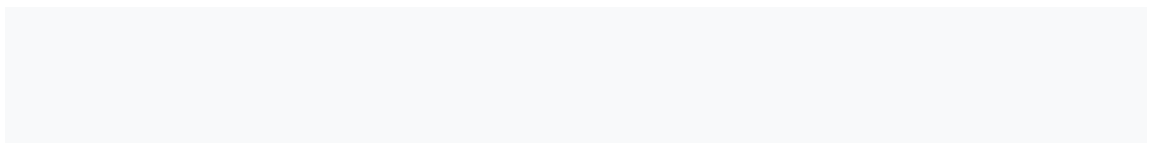
The bachelor's thesis deals with the design of central air conditioning systems for the exhibition hall and office building. The theoretical part is focused on noise attenuation from air handling units. The second part is devoted to the design of air conditioning for two functional units - administration, exhibition hall. In the last part, the documentation of the air conditioning of this building is processed.

Klíčová slova

Vzduchotechnika, útlum hluku, výstavní hala, administrativa, dimenzování potrubí, Tepelná zátěž, izolace.

Key Words

Ventilation system, damping of noise, exhibition hall, administration, pipe dimensioning, heat load, isolation



Bibliografická citace

Michael Poříz *Vzduchotechnika výstavní haly*. Brno, 2021. 98 s., 3 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika výstavní haly* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Michael Poříz
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika výstavní haly* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Michael Poříz
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucí mé práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D., za její podporu a vstřícnost během vytváření této práce. Své rodině a přátelům za podporu během celém studia.

Obsah

ÚVOD	15
1 TEORETICKÁ ČÁST	17
1.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI ZVUKU	17
1.1.1 ZVUK	17
1.1.2 HLUK	17
1.1.3 ZÁKLADNÍ VELIČINY A POJMY	18
1.2 ZDROJE HLUKU VE VZDUCHOTECHNICE	19
1.2.1 ZÁKLADNÍ TYPY HLUKU	20
1.3 ŠÍŘENÍ HLUK VZDUCHOTECHNICKÝM ZAŘÍZENÍM	20
1.3.1 MOŽNOSTI ŠÍŘENÍ HLUKU	21
1.4 ÚTLUM HLUKU	22
1.4.1 PŘIROZENÝ ÚTLUM	22
1.4.2 UMĚLÝ ÚTLUM	23
1.4.2.1 TLUMIČE HLUKU	23
1.4.2.2 DALŠÍ TLUMÍČÍ PRVKY	25
1.5 LEGISLATIVA	28
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	29
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	29
2.1.1 VENKOVNÍ VZDUCH	29
2.1.2 VNITŘNÍ VZDUCH	30
2.1.3 VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA	31
2.1.4 ROZDĚLENÍ DISPOZICE NA FUNKČNÍ CELKY	32
2.2 TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU	33
2.2.1 TEPELNÉ ZISKY	33
2.2.2 TEPELNÉ ZTRÁTY	38
2.2.3 TLAKOVÉ POMĚRY	39
2.2.4 PRŮTOK VZDUCHU	40
2.3 DISTRIBUČNÍ ELEMENTY	42
2.3.1 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1	43
2.3.2 DISTRIBUČNÍ PRVKY PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2	46
2.4 DIMENZOVÁNÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ	48
2.4.1 SCHÉMA NÁVRHU DIMENZÍ	48
2.4.2 NÁVRH DIMENZÍ ZAŘÍZENÍ Č. 1	50
2.4.3 NÁVRH DIMENZÍ ZAŘÍZENÍ Č. 2	52
2.5 NÁVRH VZT JEDNOTEK	54
2.5.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1	54
2.5.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2	58
2.6 ÚTLUM HLUKU – NÁVRH TLUMIČŮ	62
2.6.1 TLUMIČE PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1	62
2.6.2 TLUMIČE PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2	65

2.6.3	TLUMIČE SMĚREM DO EXTERIÉRU	70
2.7	IZOLACE POTRUBÍ.....	75
2.8	NÁVRH FCU JEDNOTEK.....	78
3	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	81
3.1	ÚVOD.....	81
3.1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	81
3.1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ.....	81
3.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	82
3.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	82
3.2.1	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	82
3.2.2	TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ	83
3.2.3	ENERGETICKÉ ZDROJE.....	83
3.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	83
3.3.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1	83
3.3.2	ZAŘÍZENÍ Č. 2	84
3.4	NÁROKY NA ENERGIE.....	84
3.5	MĚŘENÍ A REGULACE.....	84
3.6	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	85
3.6.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY	85
3.6.2	SILNOPROUD	85
3.6.3	VYTÁPĚNÍ.....	86
3.6.4	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA.....	86
3.7	PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ.....	86
3.8	IZOLACE A NÁTĚRY	86
3.9	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	86
3.10	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	86
3.11	ZÁVĚR.....	87
4	POUŽITÉ ZDROJE.....	92
5	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK.....	95
	PŘÍLOHY.....	98

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá návrhy vzduchotechnických jednotek pro výstavní halu s administrativní částí. Administrativní část je dvoupodlažní budova s kancelářskými a hygienickými prostory. Na administrativní budovu je napojena výstavní hala. Objekt není možné větrat přirozeně, proto se musí navrhnout vzduchotechnika.

Práce je rozdělena na tři části. První teoretická část se zabývá útlumem vzduchu ve vzduchotechnice. Popisuje druhy hluku a typy tlumičů hluku a vibrací.

V druhé výpočtové části jsou shromážděny všechny výpočty a podklady k návrhu vzduchotechnických jednotek, distribučních elementů, dimenzí potrubí a tlumičů hluku. Samotný objekt byl rozdělen na 2 funkční celky. 1. obsluhuje administrativu a 2. výstavní halu.

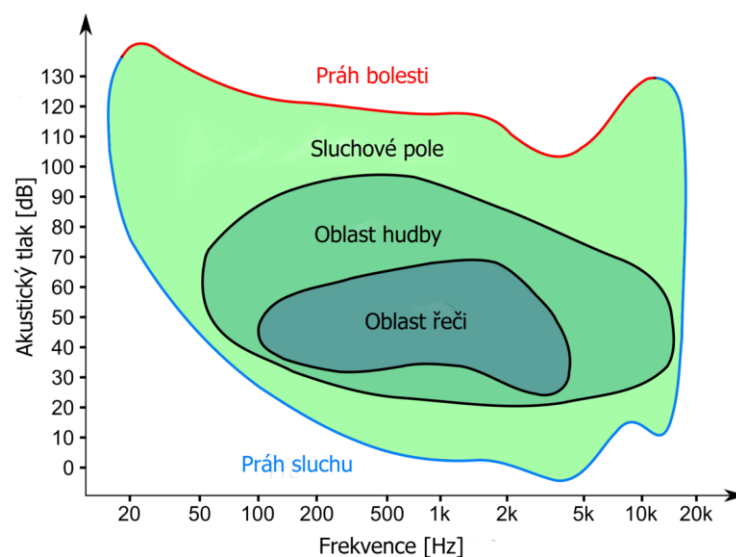
V poslední části zpracován samotný projekt vzduchotechniky objektu, který obsahuje technickou zprávu a výkresy vzduchotechniky.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Základní vlastnosti zvuku

1.1.1 Zvuk

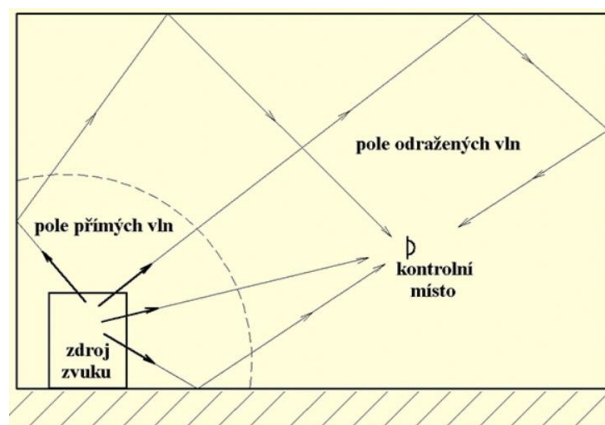
Zvukem označujeme akustický tok (vlnění látkového prostředí), který je způsobován přírodními ději a činnostmi člověka. Šíří se tedy v plynech, kapalinách i pevných látkách (ve vakuu se zvuk nešíří). Frekvence vlnění, které jsme schopni vnímat jsou různé ale většinou se pohybují mezi 16 Hz a 20 kHz. Zvuk pod hranicí slyšitelnosti nazýváme infrazvuk a nad touto hranicí to je ultrazvuk.



Obrázek 1.1 Oblast slyšitelnosti zvuku člověkem [3]

1.1.2 Hluk

Za hluk můžeme považovat zvuky, které rušivě a nepříjemně působí na vnímání člověka. Každý ale může mít jinou hranici vnímání hluku, takže pro jednoho to může být nepříjemný hluk, pro druhého snesitelný. Studie dokazují, že hluk nepříznivě ovlivňuje zdraví člověka.



Obrázek 1.2 Šíření zvuku v místnosti [14]

1.1.3 Základní veličiny a pojmy

Frekvence f [Hz] udává počet kmitů za jednotku času. Ve slyšitelné oblasti je touto veličinou udávána výška tónu.

Perioda T [s] je doba, za kterou se uskuteční jedno opakování periodického děje (v tomto případě jednoho kmitu).

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.1)$$

Vlnová délka λ [m] je vzdálenost, která je uražena během jedné periody. Je jedním z charakteristických parametrů pro vlnění. Vlnová délka je s frekvencí f a rychlostí c následujícím vztahem:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1.2)$$

Akustický tlak p [Pa] je závislý na změně hustoty prostředí. Šíření vln v prostředí způsobuje zhušťování a zředování částic. Projevuje se kolísáním tlaku. Určuje rozdíl mezi okamžitým a statickým tlakem.





$$p = p_0 \cdot \cos \omega \cdot \left(\tau - \frac{x}{c} \right) \quad (1.3)$$

Hladina akustického tlaku L_p [dB] je veličina, která udává míru hlučnosti jakéhokoliv zdroje hluku.

$$p = p_0 \cdot \cos\omega \cdot \left(\tau - \frac{x}{c} \right) p \quad (1.4)$$

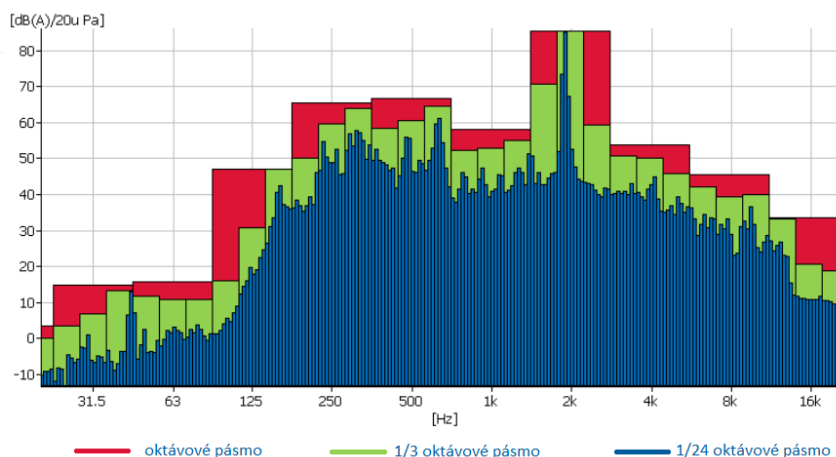
Hladina akustického výkonu L_w [dB] je stejnou veličinou jako předchozí. Na rozdíl od akustického tlaku se měří v předem definovaných podmínkách. Hladinu akustického výkonu lze z obou veličin považovat za přesnější a měla by mít vyšší hodnotu než akustický tlak.

Směrový součinitel Q [-] je to bezrozměrné číslo, které znázorňuje jakými směry se může šířit zvuk z jeho zdroje. Hodnota činitele směrnosti je ovlivněna plochami umístěnými v těsné blízkosti zdroje. Ty ohraničují prostor šíření hluku.

VOLNÝ PROSTOR	POLOPROSTOR (např. na tvrdé podlaze)	KVADRANT (např. na hraně mezi dvěma stěnami svírajícími úhel 90°)	OKTANT (v rohu mezi třemi rovinami)
			
$Q = 1$	$Q = 2$	$Q = 4$	$Q = 8$

Obrázek 1.3 Činitel směrnosti [15]

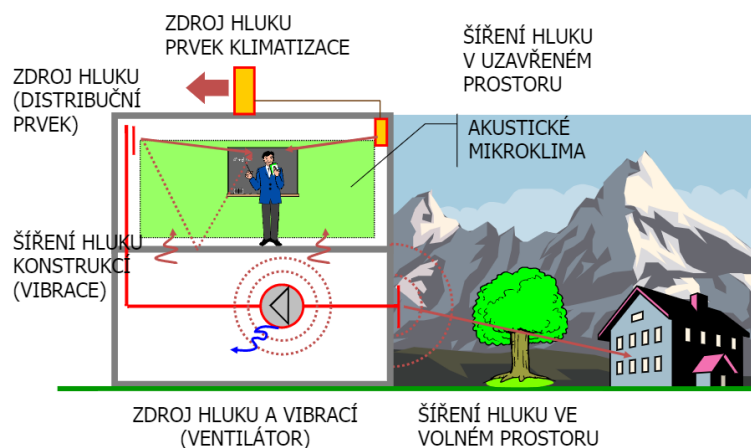
Oktávová pásma kmitočtová pásma se zavádí pro zjednodušení frekvenčních spekter akustických veličin (při měření s frekvenčním krokem 1Hz by to bylo moc pracné). Oktávová pásma jsou charakterizována poměrem krajních frekvencí. Každou oktávu označujeme její střední frekvencí.



Obrázek 1.4 Oktávová frekvenční pásma [16]

1.2 Zdroje hluku ve vzduchotechnice

Úkolem VZT zařízení je v místnostech vytvářet dobré mikroklima. Toho je dosahováno transportem vzduchu z exteriéru do interiéru přes vzduchotechnickou jednotku, kde k transportu vzduchu slouží ventilátory. Tyto ventilátory patří mezi hlavní zdroje hluku. Do podružných zdrojů hluku řadíme hluk vznikající v potrubí při změnách profilů, změnách směru trasy a z koncových prvků potrubí. Dalšími zdroji hluku mohou být například klimatizační jednotku (jak venkovní tak vnitřní část). Hluk pozadí je důležitý hlavně pro vnější prostředí. Hluk pozadí musí být minimálně o 3 dB nižší než hlavní sledovaný hluk.



Obrázek 1.5 Šíření hluku ve vzduchotechnice [7]

1.2.1 Základní typy hluku

Ustálený – hladina hluku se v časovém úseku nemění o více než 5 dB

Proměnný – ve sledovaném časovém úseku se hladina hluku změní o více než 5 dB

Nízkofrekvenční – frekvence musí být menší než 100 Hz

Vysokofrekvenční – frekvence jsou vyšší než 8000 Hz

Impulsní – je vytvářen jednotlivými zvukovými impulzy s dobou trvání do 200 ms, nebo sledem takových impulzů, následujících po sobě v intervalech delších než 10 ms.

1.3 Šíření hluk vzduchotechnickým zařízením

Akustická energie se od zdroje šíří všemi směry vlnami a jejich vliv ovlivňuje okolí svými akustickými vlastnostmi. Zvuk se ale nešíří vzduchotechnickým zařízením jenom vzduchem, ale i stavebními konstrukcemi, a to zejména chvěním připojených částí k zařízení. Šíření zvuku lze rozdělit na šíření zvuku volným a uzavřeným prostorem.

1.3.1 Možnosti šíření hluku

Šíření hluku směrem do volného prostoru

Ve volném vzduchu se zvuk šíří od zdroje volně všemi směry. U malých zdrojů jsou vlnoplochy tvaru koule, u rozměrných zdrojů jsou vlnoplochy rovinné.

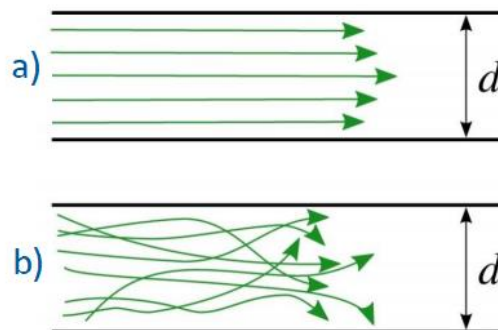


Obrázek 1.6 Druhy vlnoploch [17]

Šíření hluku vzduchem v potrubí.

V potrubí dochází k dvojímu proudění vzduchu, laminárnímu a turbulentnímu. Zatím co laminární proudění je přímé, u turbulentního proudění je tok nepřímý a dochází k pulzaci. Tím pádem dochází ke změně rychlosti proudění a tlaku. Jedná-li se o pulzace v slyšitelném kmitočtovém pásmu, může docházet ke generaci zvuku do okolního prostředí. Pro určení typu proudění slouží Reynoldsovo číslo Re .

$$Re = \frac{v_s * d}{\nu} \quad (1.5)$$



- a) laminární proudění ($Re < 2300$)
- b) turbulentní proudění ($Re > 2300$)

Obrázek 1.7 Typy proudění vzduchu v potrubí

Šíření vibrací z ventilátoru přes jeho uložení do konstrukce budovy

Vibrace z ventilátoru se šíří pevnými materiály do konstrukce budovy, kde se dále šíří do celé budovy.

Šíření vibrací materiálem potrubí

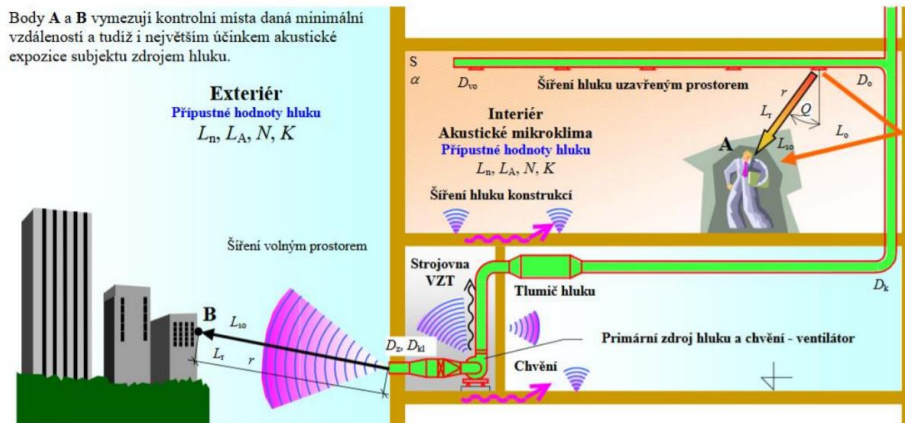
Zde dochází k přenosu vibrací z ventilátoru na potrubí, kterým se vibrace dále šíří.

Šíření hluku z VZT jednotky do uzavřeného prostoru (např. prostor strojovny)

Tento typ hluku se šíří přímo ze vzduchotechnické jednotky do všech směrů.

Šíření hluku z koncových prvků vzduchotechnického potrubí

Toto šíření hluku je stejné jako šíření z jednotky VZT, akorát zdrojem hluku není VZT jednotka ale koncový prvek vzduchotechniky.



Obrázek 1.8 Schéma šíření hluku ze vzduchotechnického zařízení [19]

1.4 Útlum hluku

Hluk je ve vzduchotechnice jeden z hlavních problémů a proto je na něj kladen takový důraz. Útlum hluku ve vzduchotechnice můžeme rozdělit na přirozený, který vzniká vyzařováním akustické energie prvky vzduchotechniky do jeho okolí, a umělý (vložený), kdy do systému vzduchotechniky vkládáme tlumicí prvky nebo se potrubí obaluje pohltivými materiály (zvuková izolace).

1.4.1 Přirozený útlum

Útlum hluku v přímém potrubí

V přímém potrubí dosahuje nízkých hodnot, uvažuje se pro všechny frekvence 0,1 až 0,2 dB/m nebo podle vztahu

$$D_t = 0,45 - (0,235 * \log \sqrt{a * b} + 0,374) * \frac{\log f}{31,5} \quad (1.6)$$

Útlum zvuku v pravouhlém koleně

Tento útlum je způsoben reflexí a závidí na šířce b kolena a kmitočtu. Díky odražené energii zpět ke zdroji je koleně patrný větší útlum než v oblouku. Útlum pro oblouky a kolena s vodícími plechy může z jistit tabulky.

Tabulka 1 Útlum v obloucích a kolenech s vodícími plechy

Šířka kolena nebo průměr oblouku b (m)	Frekvence f_m (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
0,1 až 0,25	0	0	0	1	2	3
0,28 až 0,5	0	0	1	2	3	3
0,5 až 1	0	1	2	3	3	3
1 až 2	1	2	3	3	3	3

Útlum zvuku v odbočce

V odbočce dochází k rozdělení akustického výkonu v poměru celkového součtu průřezů odboček ku ploše odbočujícího průřezu.

$$D_t = 10 * \log \frac{\sum S_i}{S_i} \quad (1.7)$$

Útlum hluku při rozšíření průřezu

V místě rozšíření dochází k odrazu akustické energie zpět ke zdroji, tím se způsobí snížení akustického výkonu. Při rozšíření dochází více k tlumení nízkofrekvenčních akustické vlny než vysokofrekvenční.

Útlum koncovým odrazem

I zde dochází k odrazu akustické energie zpět ke zdroji této energie.

1.4.2 Umělý útlum

Umělými (vloženými) útlumy rozumíme prvky sloužící k tlumení hluku vložené do vzduchotechnického systému. Mezi tyto prvky řadíme tlumiče hluku, izolaci potrubí, pružné manžety, akustické podhledy.

1.4.2.1 Tlumiče hluku

Tlumiče hluku jsou ve vzduchotechnice základním prvkem útlumu a využívají se k tlumení hluku šířícího se potrubím vzduchotechniky. Tlumiče v akustice můžeme dělit na reflexní a absorpční. Ve vzduchotechnice používáme tlumiče absorpční jejichž útlum je z kmitočtového hlediska širokopásmový. Pro co nejlepší využití se tlumiče umísťují co nejbližší ke vzduchotechnické jednotce. Vložený útlum hluku můžeme definovat jako rozdíl akustických výkonů před a za tlumičem. Samotný tlumič je ale taky zdrojem hluku, protože vytváří překážku v proudění. Čím větší vznikne turbulentní proudění tím větší bude i aerodynamický hluk. Pro optimalizace mezi útlumem a akustickým výkonem tlumiče je vhodné aby rychlost v tlumiči byla 4-6 m/s.

Tlumiče můžeme rozdělit podle konstrukce na:

- **Kulisový tlumič**

Do potrubí se vkládají jednotlivé kulisy (vločky). Útlum závisí na tloušťce jednotlivých kulis pro tlumení v oblasti nízkých kmitočtů a rozestupu mezi jednotlivými kulisami pro tlumení v oblasti vysokých kmitočtů. Kulisa ne vytvořena z pohltivého materiálu (např. minerální plsti) usazeného do pozinkovaného ocelového plechu a z boku pokryt netkanou textilií (vliesem) pro větší hygienickou čistotu.



Obrázek 1.9 Hranatý kulisový tlumič [20]



Obrázek 1.10 Kruhový tlumič s kulisou [21]

- **Buňkový tlumič**

Je kus pozinkovaného ocelového potrubí, který je vyložený po stranách pohltivou hmotou. Těmito buňkami se zaplní průřez vzduchotechnického potrubí. Buňkové tlumiče tlumí lépe hluk v nízkých frekvencích než tlumiče kulisové.



Obrázek 1.11 Buňkový tlumič [22]

- **Kruhový tlumič**

Kruhový tlumič je určen pro kruhová potrubí. U tohoto tlumiče je absorpční materiál umístěn po jeho obvodu. Z prostředka je pohltivá izolace opatřena děrovaným plechem. U větších průměrů (nad 500 mm) se do tlumiče vkládá pohltivé střední jádro.



Obrázek 1.12 Kruhový tlumič [23]



Obrázek 1.13 Kruhový tlumič s jádrem [23]

- **Kruhový ohebný**

Tyto tlumiče se vyznačují dobrou hlukovou izolací, elasticitou a flexibilitou. Vnitřní hadice se vyrábí z netkané textilie a z vnější strany se umísťuje laminovaný hliník, který je odolný proti roztržení. Mezi tyto dvě vrstvy se umístí izolace (např. skelná vlákna). Pro napojení na kruhové potrubí jsou na koncích hadice pozinkovaná hrdla.

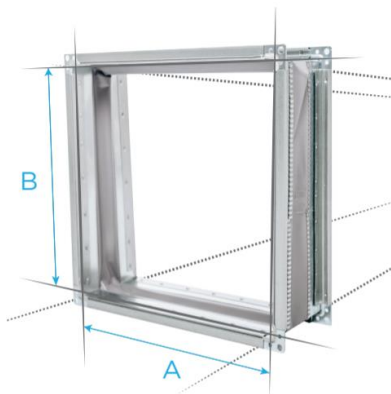


Obrázek 1.14 Kruhové ohebné potrubí [1]

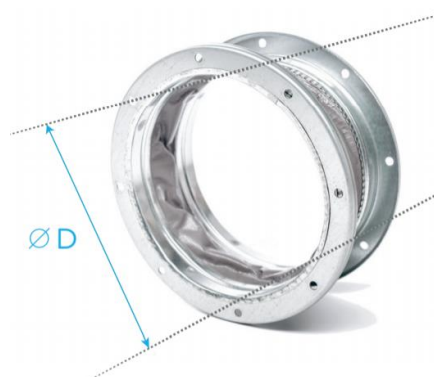
1.4.2.2 Další tlumící prvky

- **Tlumící pružné vložky**

Zamezují přenos vibrací ze vzduchotechnické jednotky do potrubí. Vložka se skládá z rámců vytvořených z pozinkovaného plechu, kterými je uchycen pružný pás PVC s polyamidovou textilií.



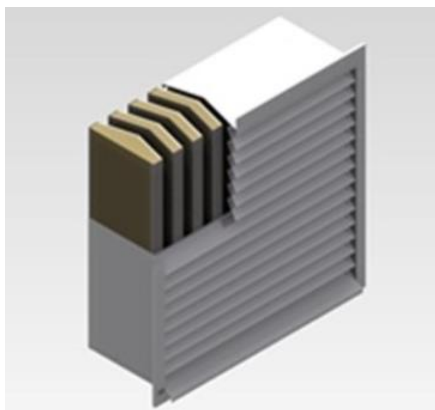
Obrázek 1.15 Hranatá tlumící vložka [10]



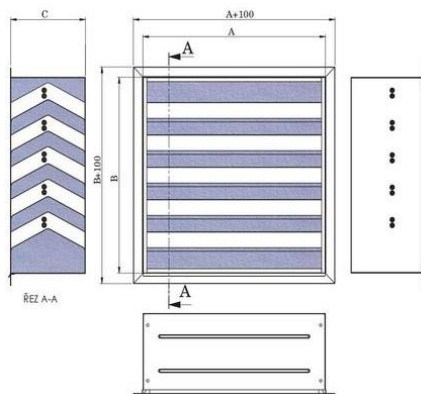
Obrázek 1.16 Kruhová tlumící vložka [10]

- **Tlumící žaluzie**

Tlumící žaluzie je koncový prvek na straně exteriéru, kde dochází k nasávání vzduchu z exteriéru nebo naopak k výfuku vzduchu ze vzduchotechniky do exteriéru. Tlumící žaluzie nejen že zabraňuje vnikání deště, sněhu a listí do potrubí ale hlavně tlumí hluk vycházející ze strojovny a dalších prostorů zatížených hlukem. Panely jsou vyplněny akusticky absorpční hmotou pokrytou děrovaným plechem, aby došlo k co největšímu pohlcení hluku.



Obrázek 1.17 Tlumící dešťová žaluzie [11]



Obrázek 1.18 Schéma tlumící žaluzie [12]

- **Protihluková izolace**

Chrání potrubí před hlukem z venčí nebo naopak chrání místnosti před hlukem neseným vzduchem v potrubí. Tato izolace je často zároveň zvukovou i tepelnou izolací. Většinou se tloušťky

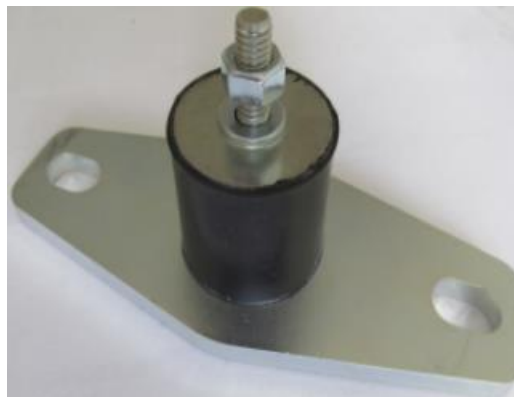
izolace potrubí pohybují mezi 40-60 mm. Izolace je tvořena minerální nebo skelnou vatou a z venkovní strany je opatřena hliníkovou folií.



Obrázek 1.19 Izolace potrubí [24]

- **Izolátory chvění**

Ve vzduchotechnické jednotce kromě hluku vzniká i chvění. Chvění postupuje pevnými materiály. Je od ventilátoru přenášeno do konstrukce vzduchotechniky a přes základový rám do konstrukcí objektu. Pro zamezení chvění se jednotka ukládá na izolátory chvění, které pokračování chvění zamezí.



Obrázek 1.20 Izolátor chvění [25]

1.5 Legislativa

Limity pro hluk a vibrace udává v České republice Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivým účinky hluku. Udávají dohodnutou hladinu hluku. Při překročení hranice nedochází hned k nějakému zdravotnímu poškození. Je to spíše mez, ve které hluk není pro člověka v daném prostředí nepříjemný.

Druh chráněného prostoru	Hygienický limit $L_{Aeq,T}$ [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	45	50	55	65
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	50	50	55	65
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	50	55	60	70

Obrázek 1.21 Limity chráněných venkovních prostor 1) hluk stacionárních zdrojů, 2) hluk z doprava silnic III. třídy 3) hluk z dopravy na dálnicích a silnicích I. a II. třídy 4) Hluk ze staré hlukové zátěže dopravy [14]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce [dB]	Limit 40 dB	Limit 40 dB Tónové složky
Nemocniční pokoje	od 6:00 do 22:00	0	40	35
	od 22:00 do 6:00	-15	25	20
Lékařské ordinace	po dobu užívání	-5	35	30
Obytné místnosti	od 6:00 do 22:00	0	40	35
	od 22:00 do 6:00	-10	30	25
Hotelové pokoje	od 6:00 do 22:00	+10	50	45
	od 22:00 do 6:00	0	40	35
Přednáškové síně, učebny, pobytové místnosti škol	po dobu užívání	+5	45	40

Obrázek 1.22 Limity chráněných vnitřních prostor [14]

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 ANALÝZA OBJEKTU

Předmětem mého projektu je výstavní hala s dvoupodlažní administrativní částí budovy. Výstavní hala je vytvořena ocelovým nosným skeletem opláštěného sendvičovými panely. Administrativní část je vyzděná keramickými tvarovkami a z venkovní strany zateplena. Stropní konstrukce je vytvořena ze železobetonu. Celý objekt je zastřešený plochou střechou. Tato práce se zabývá návrhem vzduchotechniky do celého objektu.

2.1.1 Venkovní vzduch

Výpočtové parametry venkovního vzduchu vycházejí z ČSN 12 7010/Z1

Tabulka 2 Klimatické podmínky

TŘEBÍČ					
Vztažná nadmořská výška 457m			Průměrný tlak vzduchu 96,2 kPa		
	Teplé období roku			Chladné období roku	
Percentil (procento výskytu)	99,60%	99%	98%	0,40%	1%
Teplota venkovního vzduchu (°C)	34,2	32,9	31,6	-18,4	-15,4
Entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	69,6	66	63,1	-	-
Absolutní extrémy	Maximum			Minimum	
Teplota venkovního vzduchu (°C)	36,7			-23,8	
Entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	82,6			-23,1	

2.1.2 Vnitřní vzduch

Tabulka 3 Návrh vnitřního prostředí

ZAŘÍZENÍ Č.1

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA				LÉTO		ZIMA	
Číslo	Název	Plocha	Objem	Teplota	Vlhkost	Teplota	Vlhkost
101	FOYER	40,00	112	26	55	21	45
102	ZASEDAČKA	30,87	86,4				
103	KANCELÁŘ	23,73	66,4				
104	KANCELÁŘ	26,84	75,2				
105	KUCHYŇKA	3,50	8,8				
106	ÚKLID	3,20	8				
107	WC INVALID	3,50	8,8			24	
108	ŠATNA	5,25	13,1				
109	PŘEDSÍŇKA	1,70	4,3				
110	WC	1,58	3,4			21	
111	SPRCHA	1,53	3,3				
201	OPEN SPACE	99,27	282,9				
201a	JEDNACÍ MÍSTNOST	28,08	80,0				
202	CHODBA	5,10	12,8				
204	KUCHYŇKA	3,91	9,8				
205a	PŘEDSÍŇ ŽENY	2,18	5,5			21	
205b	WC ŽENY	1,71	4,3				
206a	PŘEDSÍŇ MUŽI	4,68	11,7				
206b	WC MUŽI	1,62	4,1				

ZAŘÍZENÍ Č. 2

HALA				LÉTO		ZIMA	
Číslo	Název	Plocha	Objem	Teplota	Vlhkost	Teplota	Vlhkost
112	HALA	304	1783	26	55	21	45

2.1.3 Výpočet součinitelů prostupu tepla

Tabulka 4 Součinitele prostupu tepla

Obvodová stěna admin.	d [m]	λ [W·m-1·K-1]	R [m ² ·K1·W-1]			
omítka	0,03	0,88	0,03	Rsi=	0,13	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
porotherm 40 P+D	0,4	0,155	2,58	Rse=	0,04	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
polystyren EPS	0,1	0,037	2,70	RT=	5,52	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
omítka	0,03	0,88	0,03			
		$\Sigma R=$	5,35	U=	0,18	W·m-2·K-1

Obvodová stěna hala	d [m]	λ [W·m-1·K-1]	R [m ² ·K1·W-1]			
minerální panel KINGSPAN KS 1000 NF	0,1	0,022	4,55	Rsi=	0,13	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
				Rse=	0,04	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
				RT=	4,72	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
		$\Sigma R=$	4,55	U=	0,21	W·m-2·K-1

Podlaha admin.	d [m]	λ [W·m-1·K-1]	R [m ² ·K1·W-1]			
dlažba	0,01	1,01	0,01	Rsi=	0,17	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
betonová mazanina	0,06	1,3	0,05	Rse=	0	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
TI - EPS	0,08	0,037	2,16	RT=	2,49	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
ŽB deska	0,15	1,5	0,10			
		$\Sigma R=$	2,32	U=	0,4	W·m-2·K-1

Střecha admin.	d [m]	λ [W·m-1·K-1]	R [m ² ·K1·W-1]			
TI - minerální vlákna	0,22	0,037	5,95	Rsi=	0,1	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
ŽB deska	0,25	1,5	0,17	Rse=	0,04	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
				RT=	6,25	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
		$\Sigma R=$	6,11	U=	0,16	W·m-2·K-1

Podlaha hala	d [m]	λ [W·m-1·K-1]	R [m ² ·K1·W-1]			
drátkobeton	0,06	1	0,06	Rsi=	0,17	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
TI - EPS	0,1	0,037	2,70	Rse=	0	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
betonová mazanina	0,15	1	0,15	RT=	3,08	m ² ·K ¹ ·W ⁻¹
		$\Sigma R=$	2,91	U=	0,32	W·m-2·K-1

Střecha hala	
kingspan KS1000 XD	U=0,23 W·m-2·K-1

Světlík hala	
	U=1,2 W·m-2·K-1

Okna	
	U=1,1 W·m-2·K-1

Venkovní dveře	
	U=1,1 W·m-2·K-1

Vrata	
	U=1,2 W·m-2·K-1

2.1.4 Rozdělení dispozice na funkční celky



Obrázek 2.1 Rozdělení na funkční celky

2.2 TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU

V této části se zabývám výpočtem tepelných zisků a ztrát.

2.2.1 Tepelné zisky

Pro výpočet tepelných zisků byl použit software Teruna v 1.5b. Výpočet byl použit pro dvě charakteristické místnosti administrativní části (v 1.NP místnost číslo 103 a v 2.NP místnost číslo 201) a samotnou halu.

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE PRO MÍSTNOST ČÍSLO 103

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti: 66.56 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: 6–8 h, 700 W

Větrání: 0–24 h, 15 m³/h

Ostatní tepelné zdroje: 6–16 h, 500 W

Odpar vody: NE

Biologická produkce: 6–16 h, 75 kg, počet osob: 5

Biologická produkce: 6–16 h, 75 kg, počet osob: 1

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 8 h: Citelné teplo Max= 2975.2 W

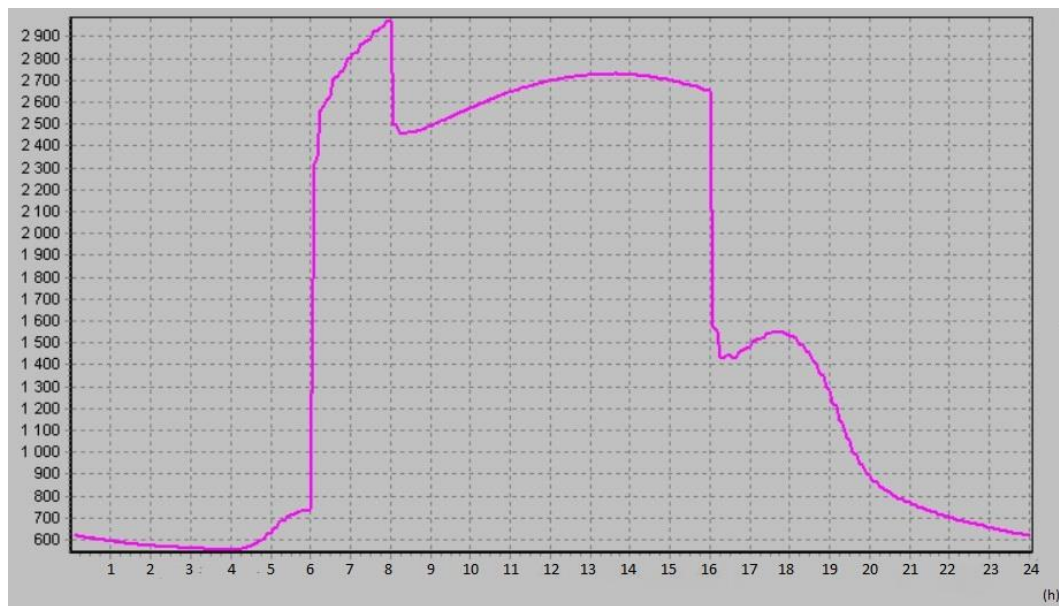
21.7. 4.08 h: Citelné teplo Min= 553.83 W

21.7. 8 h: Vázané teplo=91.63 W Merna Tz = 0 W/K

21.7. 8 h: Potřeba chladu = 38.58kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 38.58 kWh

Suma potřeby tepla = 0 kWh



Obrázek 2.2 Tepelné zisky místnosti č. 103

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE PRO MÍSTNOST ČÍSLO 201

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti: 282.9 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: 6–8 h, 2500 W

Větrání: 0–24 h, 50 m³/h

Ostatní tepelné zdroje: 6–16 h, 2200 W

Odpar vody: NE

Biologická produkce: 6–16 h, 75 kg, počet osob: 10

Biologická produkce: 6 – 16 h, 75 kg, počet osob: 2

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 8 h: Citelné teplo Max= 8054.7 W

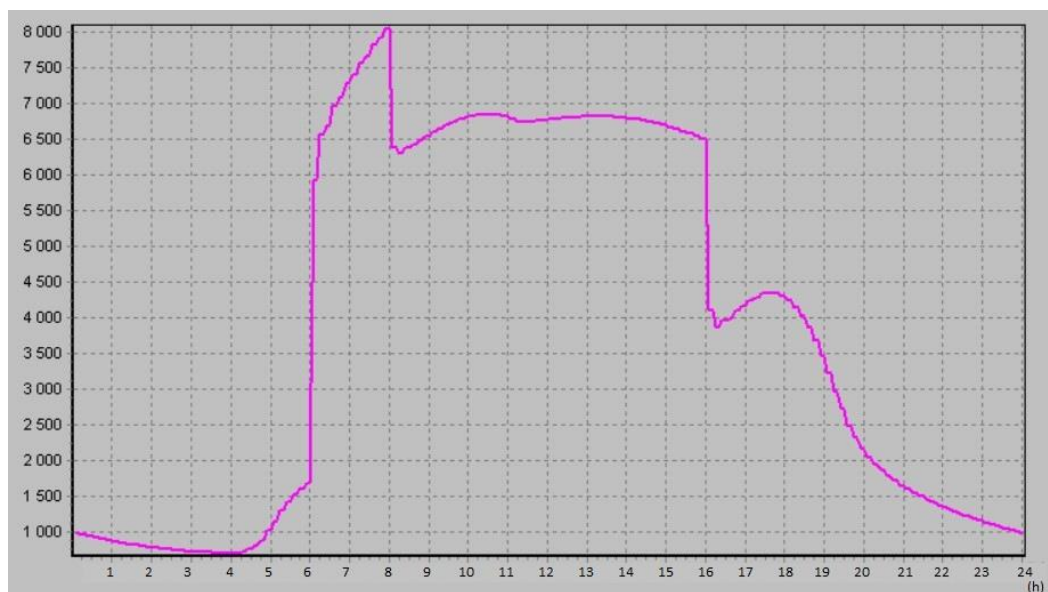
21.7. 4.08 h: Citelné teplo Min= 695.83 W

21.7. 8 h: Vázané teplo=667.94 W Merna Tz = -47.02 W/K

21.7. 8 h: Potřeba chladu = 94.03 kWh Potřeba tepla = 0 kWh

Suma potřeby chladu = 94.03 kWh

Suma potřeby tepla = 0 kWh



Obrázek 2.3 Tepelné zisky místnosti č. 201

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE PRO MÍSTNOST ČÍSLO 112

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti: 1800 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: 6-16 h, 10000 W

Větrání: 0-24 h, 50 m³/h

Ostatní tepelné zdroje: 6-16 h, 1000 W

Odpar vody: NE

Biologická produkce: 8-12 h, 75 kg, počet osob: 30

Biologická produkce: 12-16 h, 75 kg, počet osob: 50

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 14.25 h: Citelné teplo Max= 32559.93 W

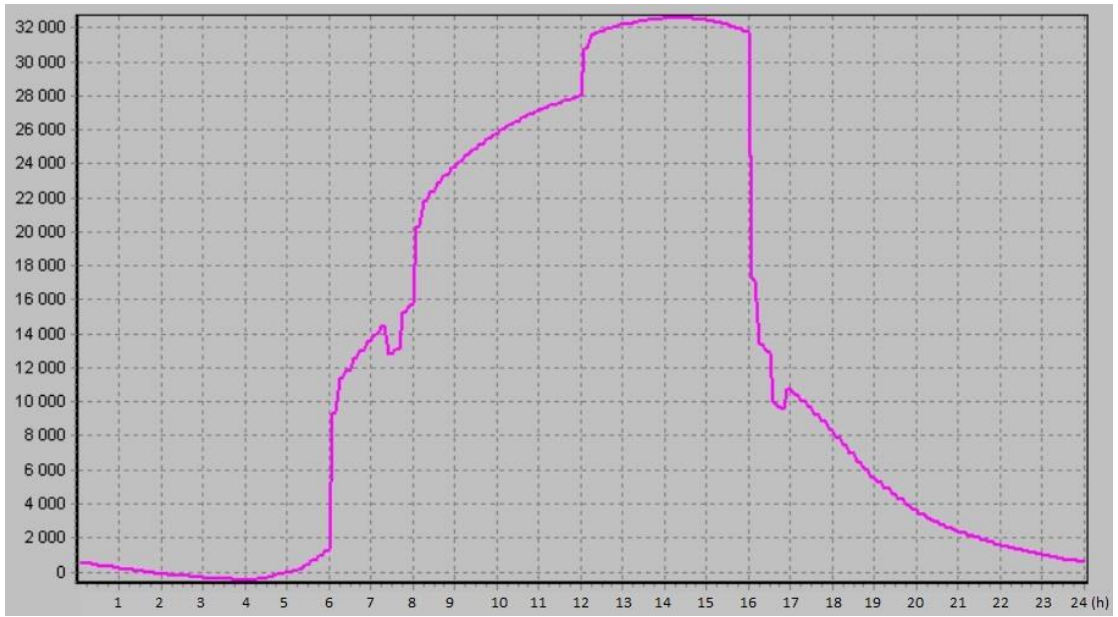
21.7. 4.08 h: Citelné teplo Min= -492.71 W

21.7. 14.25 h: Vázané teplo=2783.07 W Merna Tz = 3.78 W/K

21.7. 14.25 h: Potřeba chladu = 297.16 kWh Potřeba tepla = 0.99 kWh

Suma potřeby chladu = 297.16 kWh

Suma potřeby tepla = 0.99 kWh



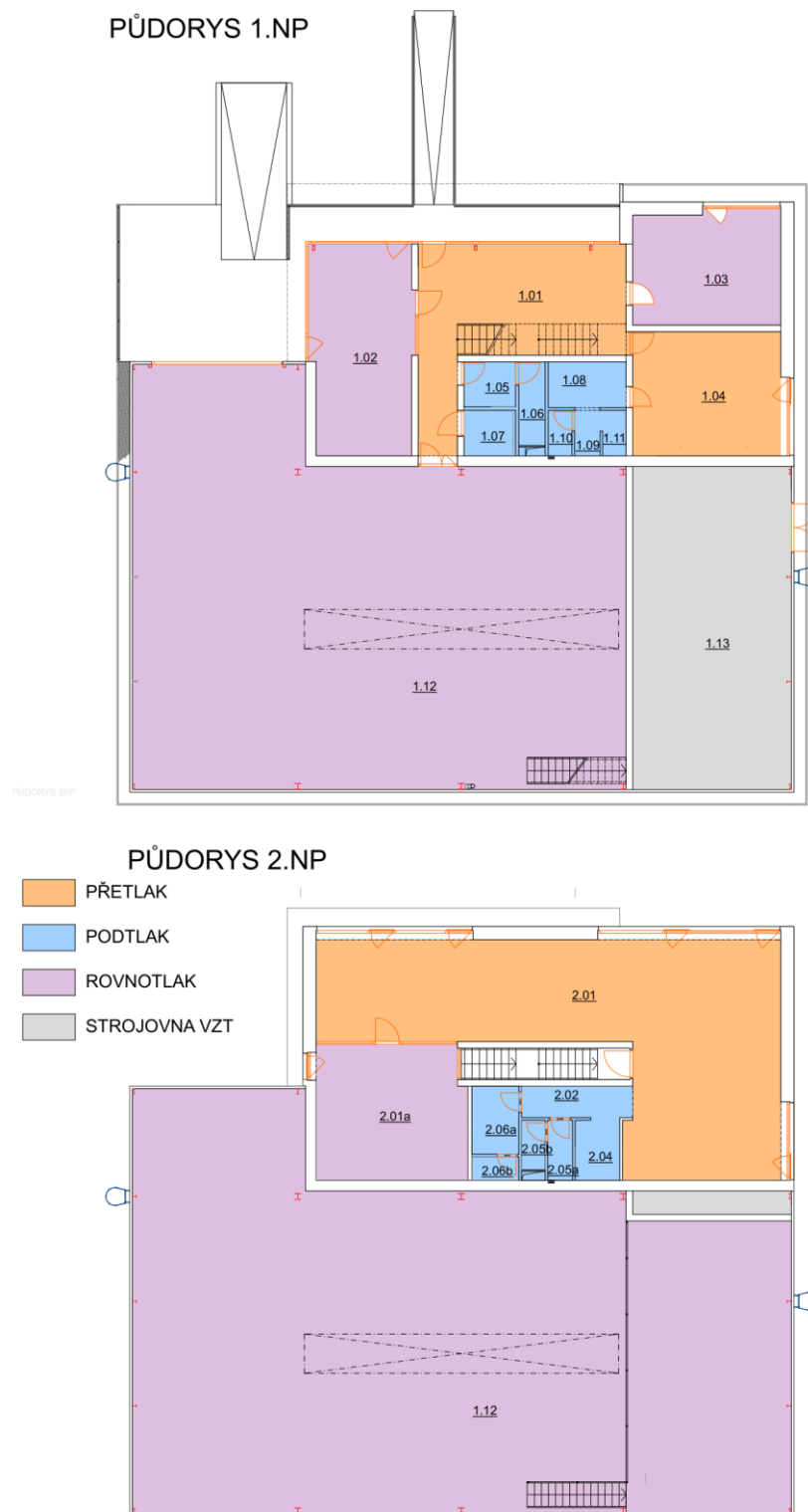
Obrázek 2.4 Tepelné zisky místnosti č. 112

2.2.2 Tepelné ztráty

Ozn. místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$					Vnější teplota θ_e
1.12	Hala	21°C					-15
Výpočet tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební k-ce							
Číslo k-ce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
D1	Dveře	4,00	1,1	0	1,1	1	4,4
VRT	Vrata	20,50	1,2	0	1,2	1	24,6
O01	Světlík ve střeše	18,00	1,6	0	1,6	1	28,8
S	Střecha haly KINGSPAN	318,18	0,23	0,02	0,25	1	79,545
S01	Venkovní panel KINGSPAN	298,80	0,21	0,02	0,23	1	68,724
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							206,1
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební k-ce							
Číslo k-ce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební k-ce							
Číslo k-ce	Popis	A_k	U_k	$\theta_{int,i}$	θ_j	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
S02	Vnitřní nosná stěna	8,4	0,34	21	24	-0,083	-0,238
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-0,238
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební k-ce							
Číslo k-ce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL1	Podlaha v hale	336	0,172	57,624	1,45	0,486	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,jg} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							40,608
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,jg}$							246,439
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
21	-15	36	246,44	8871,79			
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost číslo 1.12 (W)							
$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$							8872

Obrázek 2.5 Tepelná ztráta haly

2.2.3 Tlakové poměry



Obrázek 2.6 Tlakové poměry v objektu

2.2.4 Průtok vzduchu

Každý funkční celek je obsluhován samostatnou vzduchotechnickou jednotkou. Obě jednotky fungují na principu rovnotlakého systému (přivádí a odvádí stejné množství vzduchu). Rozvody jsou opatřeny regulačními klapkami pro případnou variabilitu průtoku. Jednotka č. 1 plní funkci nuceného větrání. Zařízení č. 2 slouží ke klimatizaci i vytápění haly.

Tabulka 5 Návrh množství přiváděného a odváděného vzduchu

Č. ZÁŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	ZADANÉ HODNOTY										VYPOČTENÉ HODNOTY														
		místnost					léto					zima					(W)		přívod						odvod	
		NÁZEV	PLOCHA (m ²)	OBJEM (m ³)	POČET OSOB	VZD/OSOBA (m ³ /h)	t(°C)	φ(%)	t(°C)	φ(%)	TEP. ZISKY	TEP. ZTRÁTY	VZD NA KRYTÍ T. ZISKŮ (m ³ /h)	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT (m ³ /h)	ČERSTVÝ VZDUCH (m ³ /h)	VZD (m ³ /h)	LÉTO t(°C)	LÉTO t(°C)	ZIMA t(°C)	VYMĚNA (h-1)	VZD (m ³ /h)					
1	101	FOVER	40,00	112,0	4	50	26	55	21	45	5 015	-	-	200	280	26	21	21	2,5	200						
	102	ZASEDAČKA	30,87	86,4	12	50	26	55	21	45	3 870	-	-	600	600	26	21	21	6,9	600						
	103	KANCELÁŘ	23,73	66,4	6	50	26	55	21	45	2 975	-	-	300	300	26	21	21	4,5	300						
	104	KANCELÁŘ	26,84	75,2	4	50	26	55	21	45	3 365	-	-	200	350	26	21	21	4,7	200						
	105	KUCHYNKA	3,50	8,8	-	30	26	55	21	45	-	-	-	30	-	26	21	21	-	30						
	106	ÚKLID	3,20	8,0	-	-	26	55	21	45	-	-	-	-	-	26	21	21	-	-						
	107	WC/INVALID	3,50	8,8	-	50	26	55	21	45	-	-	-	50	-	26	21	21	-	50						
	108	ŠATNA	5,25	13,1	-	-	26	55	21	45	-	-	-	-	-	26	21	21	-	-						
	109	PŘEDSÍŇKA	1,70	4,3	-	-	26	55	21	45	-	-	-	-	-	26	21	21	-	-						
	110	WC	1,58	3,4	-	50	26	55	21	45	-	-	-	50	-	26	21	21	-	50						
	111	SPRCHA	1,53	3,3	-	100	26	55	21	45	-	-	-	100	-	26	21	21	-	100						
201	OPEN SPACE	99,27	282,9	12	50	26	55	21	45	8 054	-	-	600	750	26	21	21	2,7	600							
201a	JEDNACÍ MÍSTNOST	28,08	80,0	5	50	26	55	21	45	2 278	-	-	250	250	26	21	21	3,1	250							
202	CHODBA	5,10	12,8	-	-	26	55	21	45	-	-	-	-	-	26	21	21	-	-							
204	KUCHYNKA	3,91	9,8	-	30	26	55	21	45	-	-	-	50	-	26	21	21	-	50							
205a	PŘEDSÍŇ ŽENY	2,18	5,5	-	-	26	55	21	45	-	-	-	-	-	26	21	21	-	-							
205b	WC ŽENY	1,71	4,3	-	50	26	55	21	45	-	-	-	50	-	26	21	21	-	50							
206a	PŘEDSÍŇ MUŽI	4,68	11,7	-	-	26	55	21	45	-	-	-	-	-	26	21	21	-	-							
206b	WC MUŽI	1,62	4,1	-	50	26	55	21	45	-	-	-	50	-	26	21	21	-	50							
2	112	HALA	336,28	1783,0	50	70	26	55	21	45	32 560	8 872	11270,77	4913,72	3500	Σ = 2530	18	26	Σ = 6,3	Σ = 2530						
																				Σ = 11300						
																				Σ = 11300						

2.3 DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

Návrh distribučních prvků byl proveden ručně z katalogu prvků firmy MANDÍK, a.s.

Tabulka 6 Návrh distribučních prvků přívodu

Přívod					
Č. místnosti	Označení vyústky	Průtok [m ³ /h]	Ks	Tlaková ztráta [Pa]	Akustický výkon [dB]
101	VVM 500/16	280	1	27	35
102	VVM 600/24	600	1	26	37
103	VVM 500/16	300	1	28	37
104	VVM 500/24	350	1	18	33
201	VVM 500/16	250	3	20	31
201a	VVM 500/16	250	1	20	31
112	DDM II 400/S	1 130	10	30	25

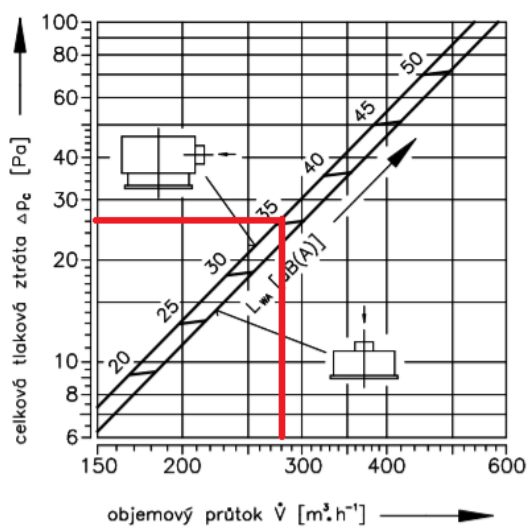
Tabulka 7 Návrh distribučních prvků odvodu

Odvod					
Č. místnosti	Označení vyústky	Průtok [m ³ /h]	Ks	Tlaková ztráta [Pa]	Akustický výkon [dB]
101	VVM 500/16	200	1	13	25
102	VVM 600/24	600	1	26	37
103	VVM 500/16	300	1	28	37
104	VVM 500/16	200	1	13	25
105	TVOM 80	30	1	28	18
107	TVOM 80	50	1	70	31
110	TVOM 80	50	1	70	31
111	TVOM 125	100	1	35	18
201	VVM 500/16	200	3	13	25
201a	VVM 500/16	250	1	20	31
204	TVOM 80	50	1	70	31
205b	TVOM 80	50	1	70	31
206b	TVOM 80	50	1	70	31
112	VNKM - 1225x225	2 000	5	28	39
112	VNKM - 1225x125	1 300	1	28	39

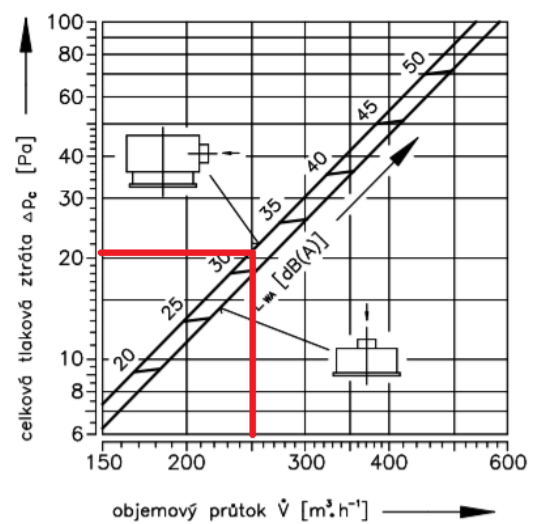
2.3.1 Distribuční prvky pro zařízení č. 1



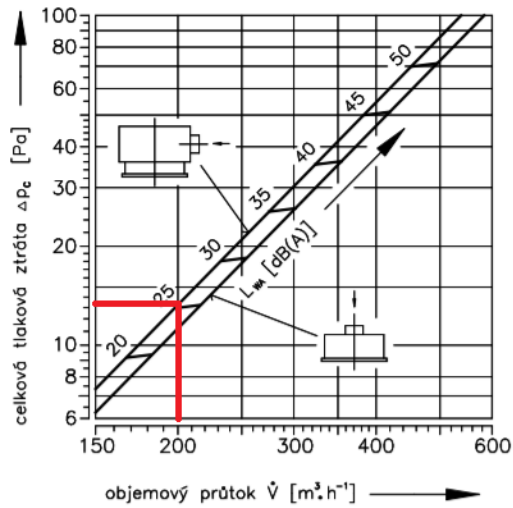
Obrázek 2.7 Vyústě s vířivým výtokem vzduchu VVM



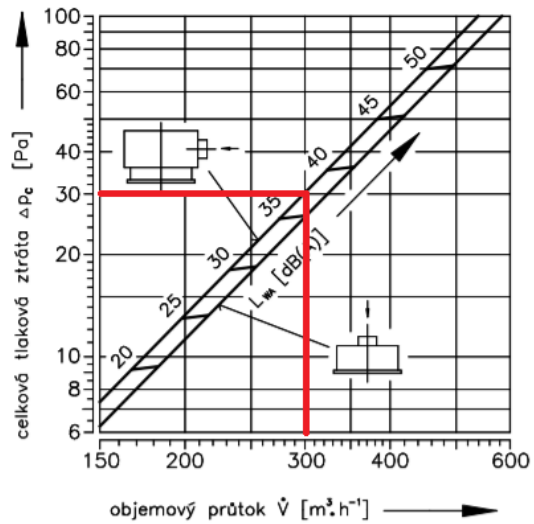
Obrázek 2.8 Tlaková ztráta a akustický výkon VVM 500/16



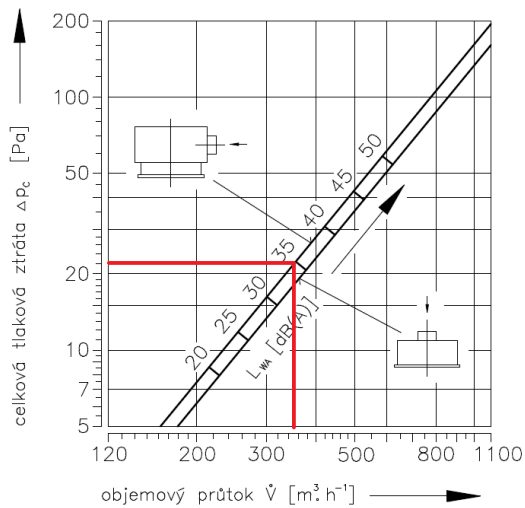
Obrázek 2.9 Tlaková ztráta a akustický výkon VVM 500/16



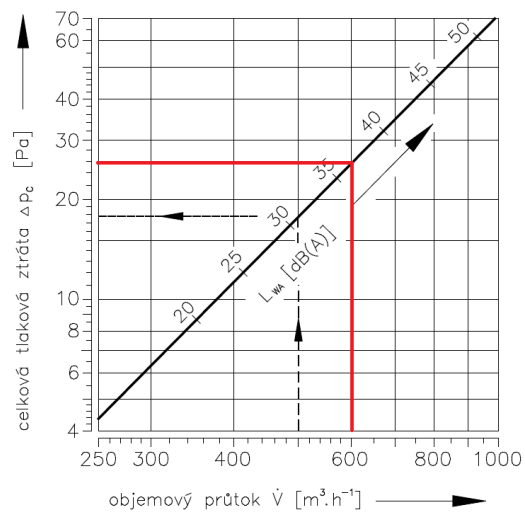
Obrázek 2.10 Tlaková ztráta a akustický výkon VVM 500/16



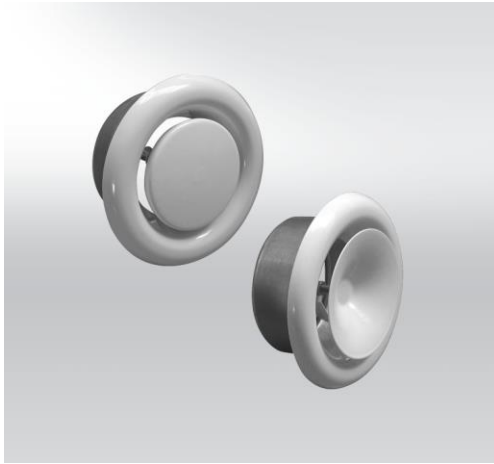
Obrázek 2.11 Tlaková ztráta a akustický výkon VVM 500/16



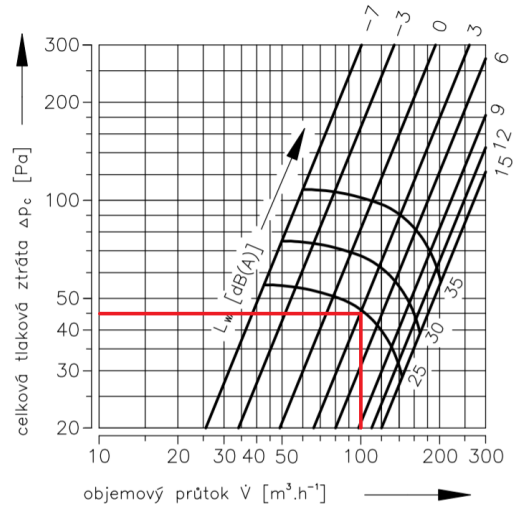
Obrázek 2.12 Tlaková ztráta a akustický výkon VVM 500/24



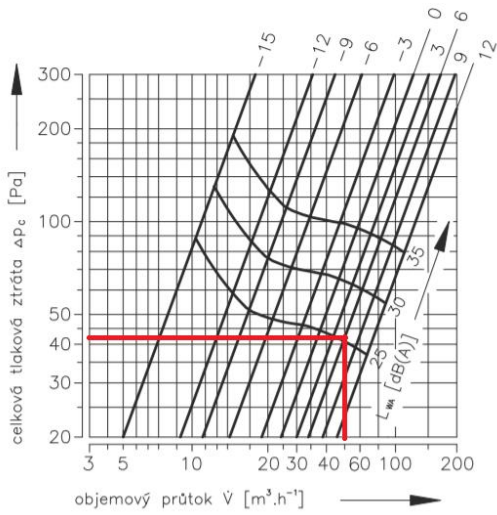
Obrázek 2.13 Tlaková ztráta a akustický výkon VVM 600/24



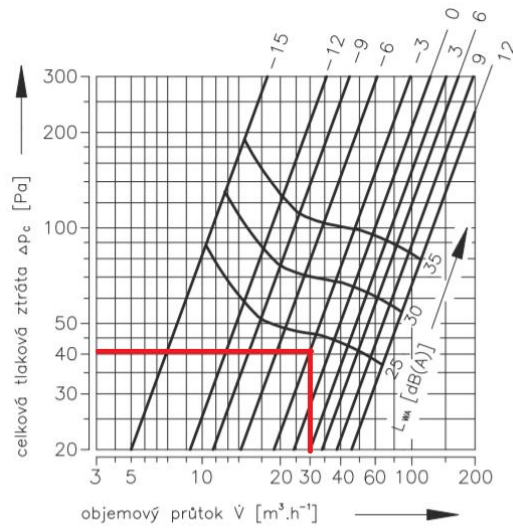
Obrázek 2.14 Taliřový ventil TVOM, TVPM



Obrázek 2.15 Tlaková ztráta a akustický výkon TVOM 125



Obrázek 2.16 Tlaková ztráta a akustický výkon TVOM 80

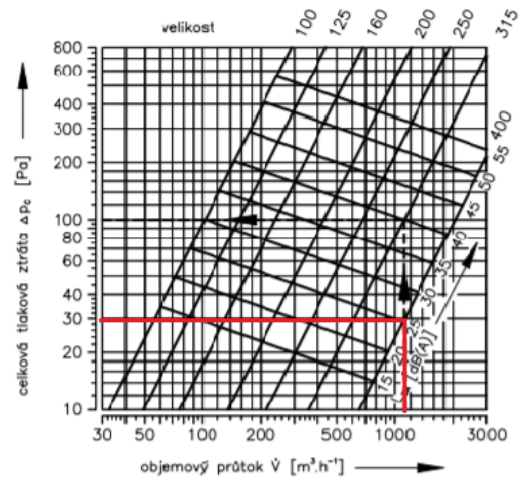


Obrázek 2.17 Tlaková ztráta a akustický výkon TVOM 80

2.3.2 Distribuční prvky pro zařízení č. 2



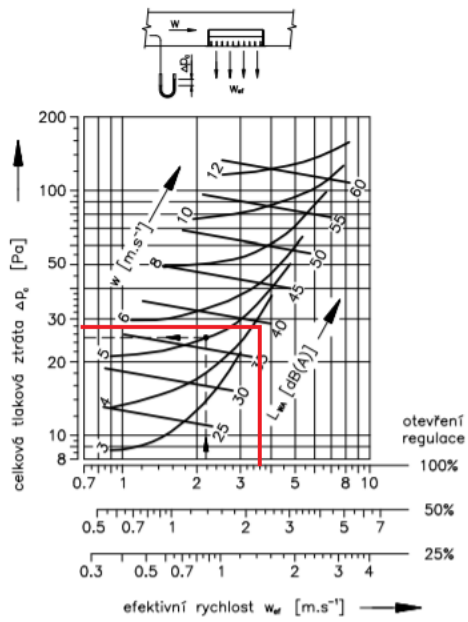
Obrázek 2.18 Dýza s dalekým dosahem



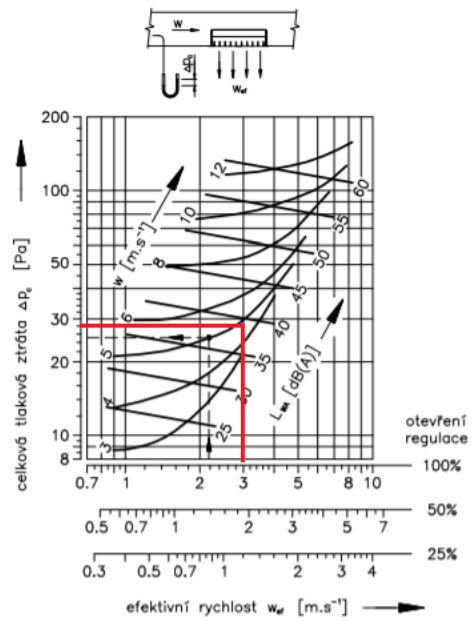
Obrázek 2.19 Tlaková ztráta a akustický výkon DDM II 400/S



Obrázek 2.20 Vyústka pro kruhové potrubí



Obrázek 2.21 Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění VNKM 1225x125

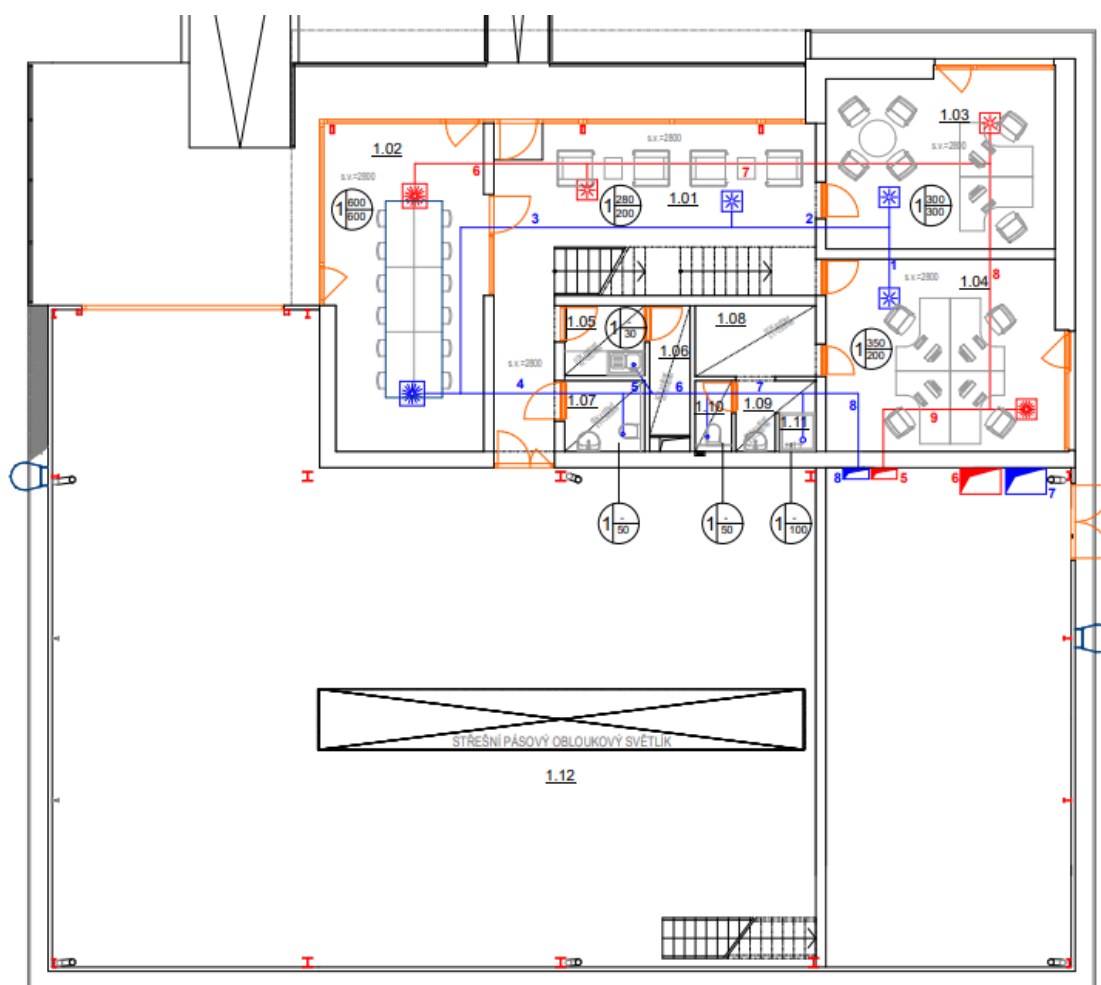


Obrázek 2.22 Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění VNKM 1225x225

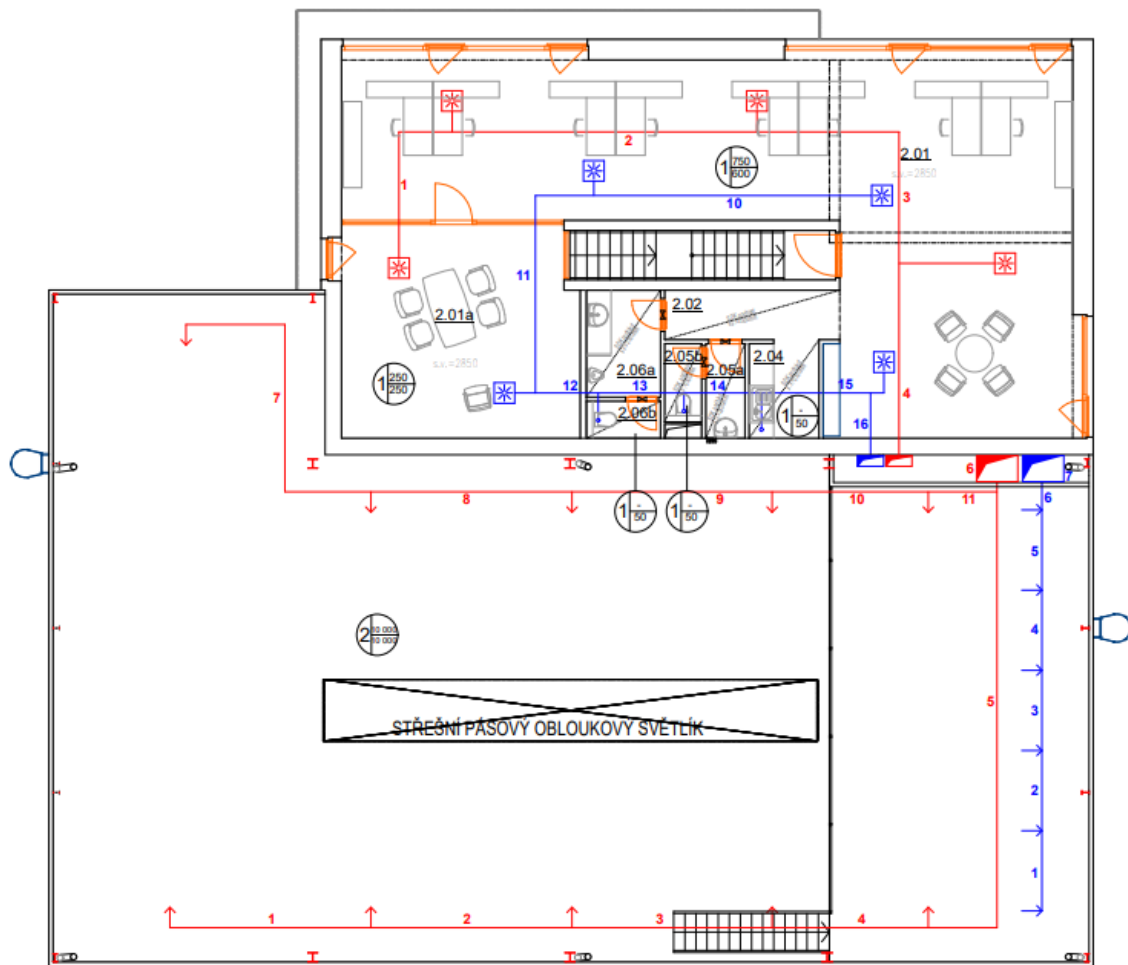
2.4 DIMENZOVÁNÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ

Při dimenzování byl kladen důraz na rychlost vzduchu v potrubí. Při počítání tlakových ztrát bylo počítáno nejen se ztrátou v potrubí ale i koncového elementu, požárních klapek, redukčních klapek, dešťových žaluzií a tlumičů.

2.4.1 Schéma návrhu dimenzí



Obrázek 2.23 Schéma dimenzí 1.NP



Obrázek 2.24 Schéma dimenzí 2.NP

Tabulka 11 Dimenze a tlaková ztráta pro odvod zařízení č. 2

Č.Ú.	Z VÝKRESU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTY			POZNÁMKA
	m ³ /h	V m ³ /s	L m	PŘEDĚŽNÉ		d mm	dr mm	S m ²	W m/s	SKUTEČNÉ - VYPOČÍTANÝ		R1 Pa/m	soudčinitel -	R*L Pa	souč. ztrát* Pd Pa		
				W' (R'1) m/s	S' (d') m ²					Pd (Z) Pa	R Pa						
1	1 300	0,36	1,7	2,5	0,144	400	0,126	2,87	4,93	0,2	1,5	0,34	7,39				
2	3 300	0,92	1,9	3	0,306	630	0,312	2,94	5,18	0,14	1,5	0,27	7,77				
3	5 300	1,47	1,9	3,5	0,421	710	0,396	3,72	8,29	0,19	1,5	0,36	12,44				
4	7 300	2,03	1,6	4	0,507	800	0,503	4,03	9,75	0,19	1,5	0,30	14,63				
5	9 300	2,58	1,6	4,5	0,574	800	0,503	4,84	14,03	0,28	1,5	0,45	21,05				
6	11 300	3,14	1,8	5	0,628	900	0,636	4,94	14,61	0,24	1,5	0,43	21,92				
7	11 300	3,14	19,7	5	0,628	1 000	0,63	4,98	14,89	0,24	1,5	4,73	22,34				
												6,88	107,54				
													68,00	tlumič			
													28,00	koncový element			
													10,00	klapka Zx			
													14,00	žaluzie			
													234,42				

2.5 NÁVRH VZT JEDNOTEK

Vzduchotechnické jednotky jsem navrhl v programu AeroCAD. Obě jednotky jsem navrhl typu AeroMaster XP. Jednotky jsem umístil do strojovny, která se nachází v objektu haly na jednom jeho konci.

2.5.1 Zařízení č. 1

Jedná se typ AeroMaster XP 04 ve vnitřním provedení. Jednotka obsahuje deskový rekuperátor, ventilátory, vodní ohříváč a chladič, eliminátor kapek, parní zvlhčovač a filtry na přívodu i odvodu. Toto zařízení bude sloužit pouze k dopravě čerstvého vzduchu a to do administrativní části objektu.

ID nabídky
 Projekt [1] Bakalářka 1
 Číslo / Název zařízení 01 / administrativa
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 04	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	774 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	2530 m ³ /h	2530 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	208 Pa	205 Pa
Rychlost v průřezu	2.56 m/s	2.56 m/s
Výkon motoru nominální	1.50 kW	1.50 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _w	1735 W.m ³ .s	1313 W.m ³ .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Termická izolace	T4(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{vAHU}	3048 W.m ³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Model box AMXP3



Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-23.8 -> 9.8 °C	75 %, 27.0 kW	
Ohřev	9.8 -> 21.0 °C	9.4 kW	70/32 °C, Voda, 0.7 kPa, 0.22 m ³ /h, 1 "
Chlazení	36.7 -> 26.0 °C	13.9 kW	7/14 °C, Voda, 13.2 kPa, 1.84 m ³ /h, 1 "
Vlhčení	21.0 -> 21.0 °C	2 -> 45 %	25.0 kg/h, 18.8 kW**

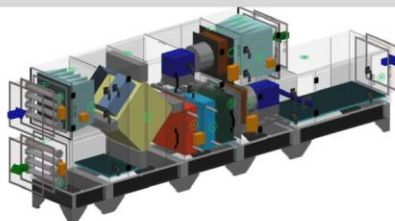
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

** Napájení a jištění zvlhčovače není řešeno z Rj VCS

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	46	48	52	60	55	50	44	40	63
Přívod - výtlak	52	59	67	80	84	85	79	72	89
Přívod - okolí	45	43	48	53	54	55	50	40	60
Odvod - sání	42	49	61	69	67	66	64	57	73
Odvod - výtlak	42	48	59	66	68	65	58	51	72
Odvod - okolí	40	40	48	48	51	48	44	40	55

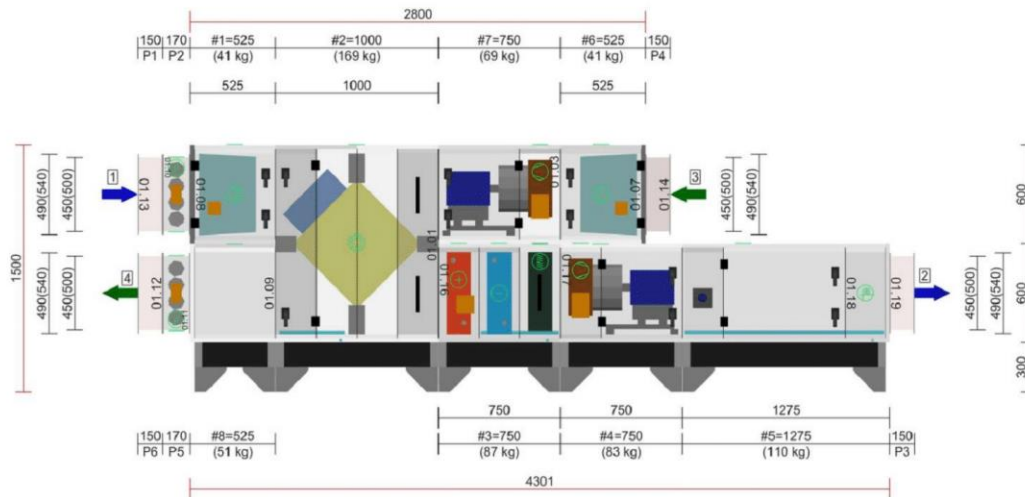
Axonometrický pohled na zařízení



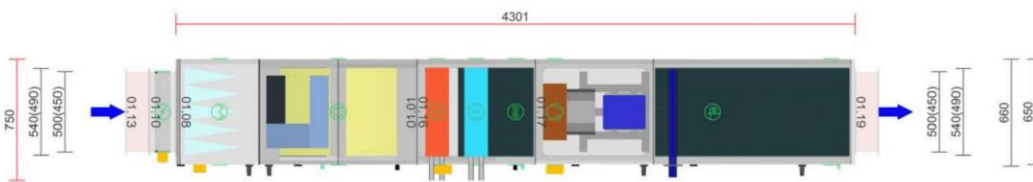
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

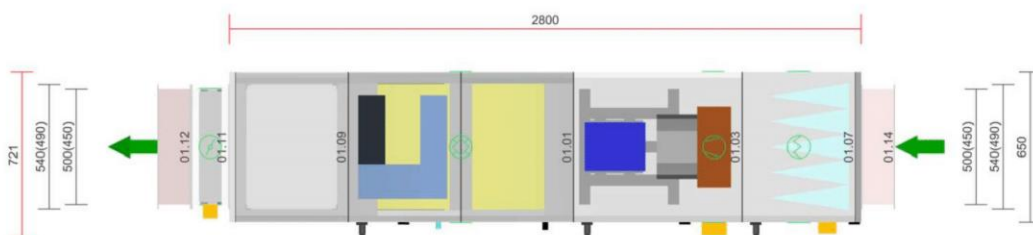
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch

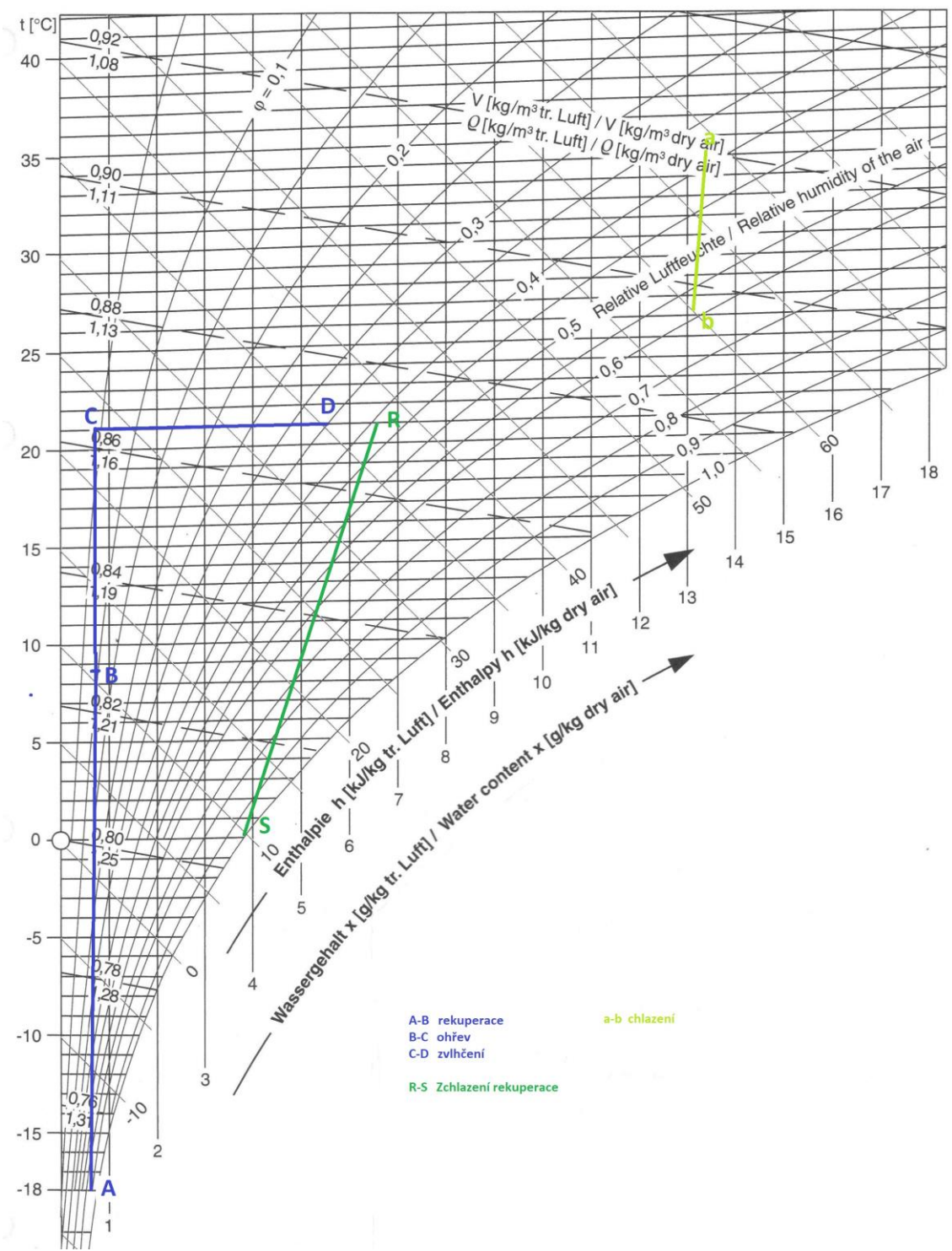


Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve





Obrázek 2.25 H-x diagram zařízení č. 1

2.5.2 Zařízení č. 2

Jedná se typ AeroMaster XP 17 ve vnitřním provedení. Jednotka obsahuje deskový rekuperátor, směšovací komora s 69 % cirkulací, ventilátory, vodní ohřívač a chladič, eliminátor kapek, parní zvlhčovač a filtry na přívodu i odvodu. Toto zařízení bude sloužit k teplovzdušnému vytápění a klimatizaci.

ID nabídky
 Projekt [1] Bakalářka 1
 Číslo / Název zařízení 02 / Hala
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 17	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	2 129 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	11300 m ³ /h	11300 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	316 Pa	119 Pa
Rychlost v průřezu	2.71 m/s	2.71 m/s
Výkon motoru nominální	5.50 kW	4.00 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _w	1019 W.m ⁻³ .s	701 W.m ⁻³ .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Termická izolace	T4(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{vAHU}	1720 W.m ⁻³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Model box AMXP3



Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-23.8 → 15.2 °C	87 %	43.4 kW
Směšování	15.2 → 19.2 °C	69.0 %	
Ohřev	19.2 → 26.0 °C	24.6 kW	70/42 °C, Voda, 0.7 kPa, 0.78 m ³ /h, 1 1/2 "
Chlazení	26.7 → 24.0 °C	13.2 kW	7/13 °C, Voda, 2.1 kPa, 1.89 m ³ /h, 1 1/2 "
Vlhčení	26.0 → 26.0 °C	24 → 55 %	90.0 kg/h, 67.5 kW**

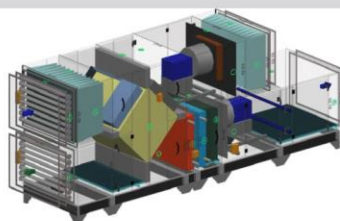
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

** Napájení a jištění zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{oakt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	42	49	63	56	50	44	40	42	64
Přívod - výtlak	51	63	81	83	86	81	79	81	91
Přívod - okolí	44	47	62	56	56	51	50	48	65
Odvod - sání	49	65	75	74	71	71	72	76	81
Odvod - výtlak	49	60	69	68	66	58	57	57	73
Odvod - okolí	46	52	62	56	55	50	51	49	65

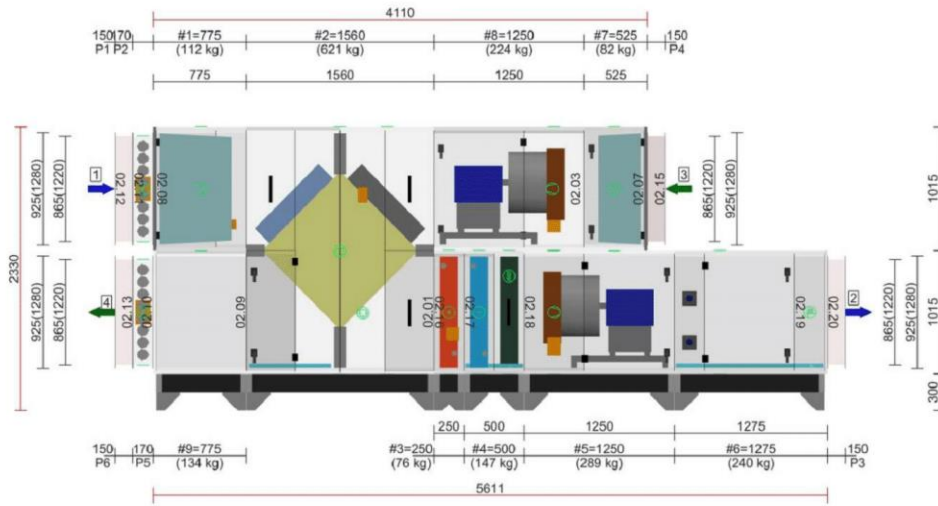
Axonometrický pohled na zařízení



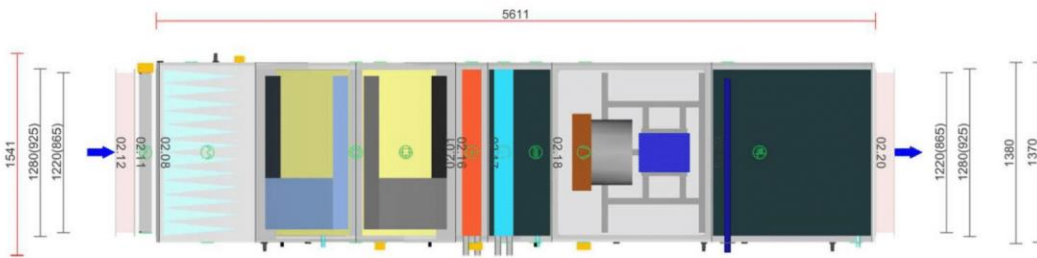
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

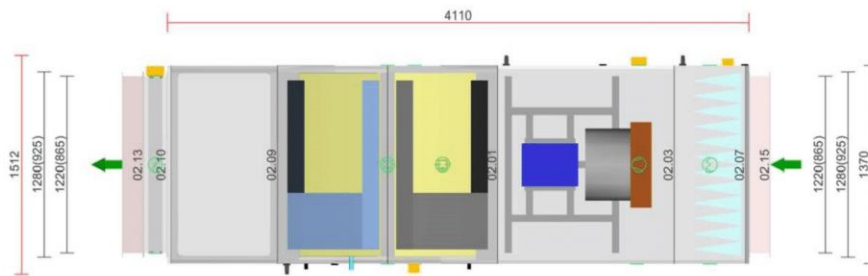
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch

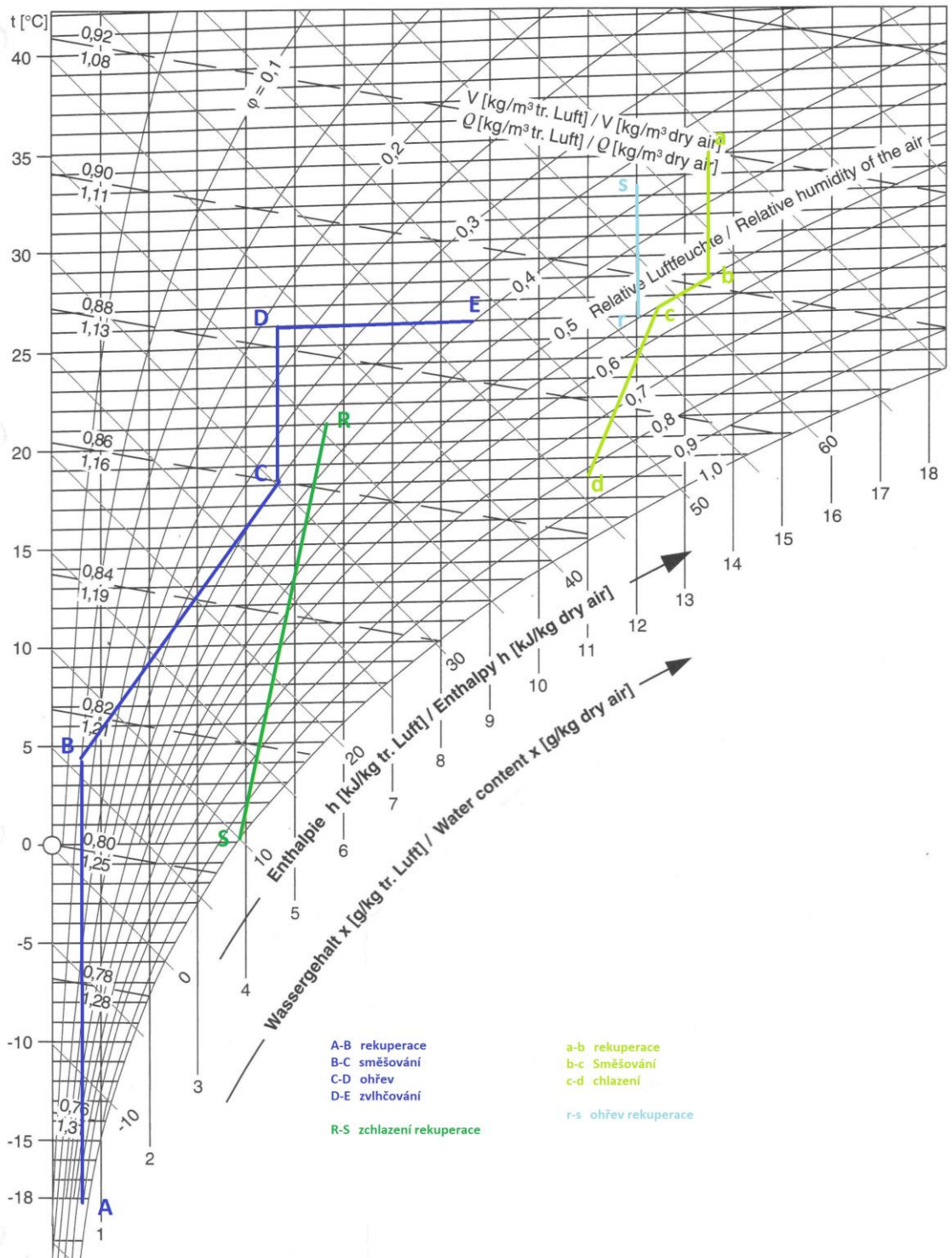


Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve





Obrázek 2.26 H-x diagram zařízení č. 2

2.6 ÚTLUM HLUKU – NÁVRH TLUMIČŮ

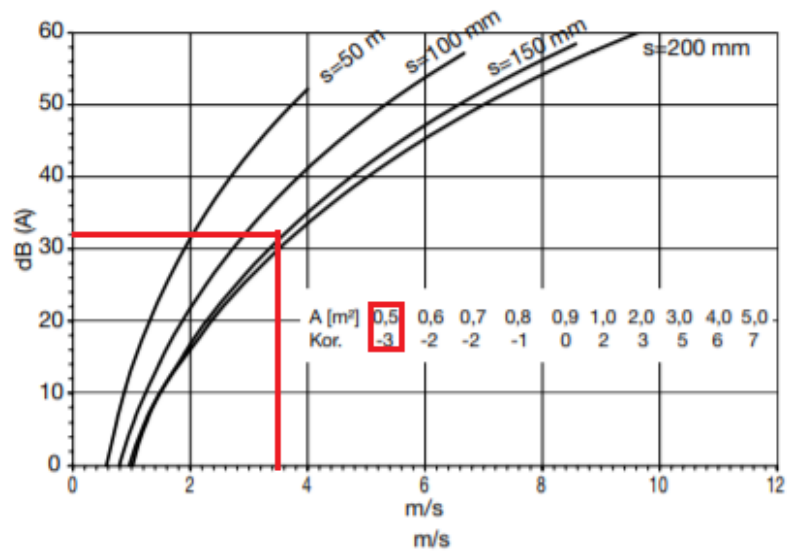
Pro tento projekt byly navrženy kulisové tlumiče firmy Lindab typ SLRS. Tyto tlumiče se skládají z kulis typu SLRA od stejné firmy.

2.6.1 Tlumiče pro zařízení č. 1

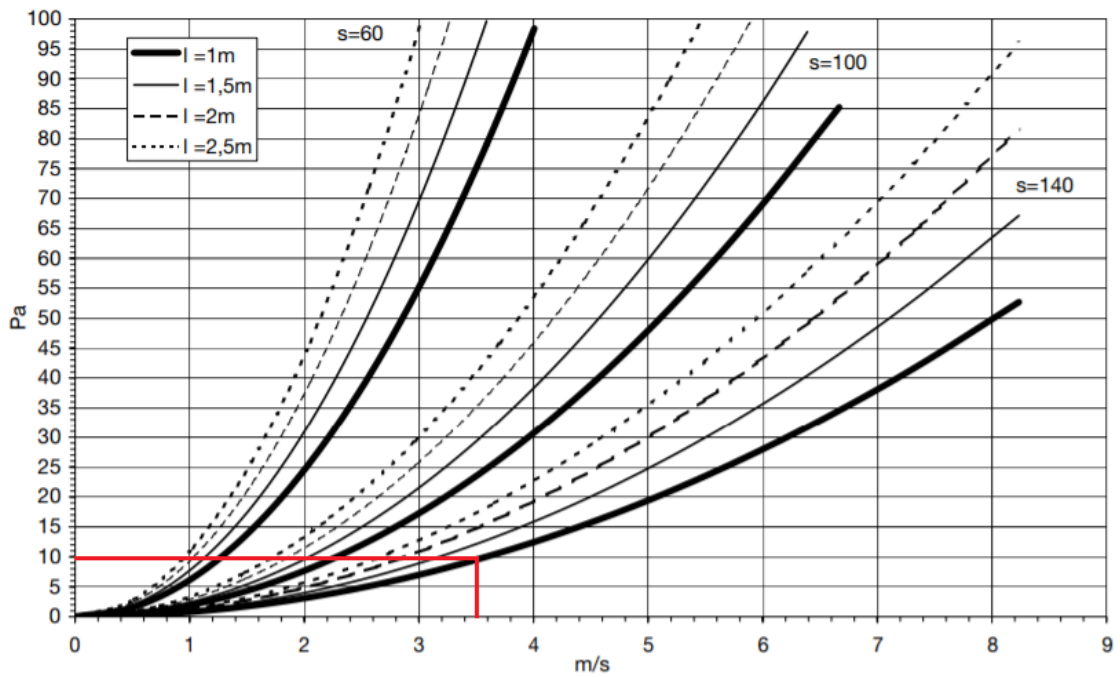
Tabulka 12 Návrh tlumiče zařízení č.1 – přívodní potrubí

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součtová hladina
f	Frekvence (Hz)									
L _{VV}	Hluk ventilátoru									
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	52	59	67	80	84	85	79	72	89
K _s	Hladina akustického výkonu zdroje 2									0
L _{VV}	Součet	52	59	67	80	84	85	79	72	89
D_p Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (9m)	6	5	4	3	2	2	2	2	
	Oblouky (7ks)	0	0	0	7	14	21	21	21	
	Odbočka z hlavní větve	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Odbočka k výústce	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem	19	14	9	4	2	1	0	0	
	Útlum tlumiče hluku 1 (SLRS-200-140-700-300-1000)	3	7	15	23	28	20	13	9	
	Útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)	9	16	21	18	14	10	13	8	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	6	8	10	17	17	23	22	24	29
L_{VY} Hladina akustického výkonu výústky										
	Hladina akustického výkonu výústky									33
	Hladina akustického výkonu tlumiče									29
K	Korekce na počet výústek							počet výústek	1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek přívodu									35

Sound power level, inlet: L_{w_i}



Obrázek 2.27 Hladina hluku tlumiče na přívodu zařízení č. 1



Obrázek 2.28 Tlaková ztráta tlumiče na přívodu zařízení č. 1

Tabulka 13 Návrh tlumiče zařízení č.1 – odvodní potrubí

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součtová hladina
f	Frekvence (Hz)									
L _{vv}	Hluk ventilátoru									
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	42	49	61	69	67	66	64	57	73
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2									0
L _{vv}	Součet	42	49	61	69	67	66	64	57	73
D_p Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (9,8m)	7	6	4	3	2	2	2	2	
	Oblouky (6ks)	0	0	0	6	12	18	18	18	
	Odbočka z hlavní větve	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Odbočka k výustce	9	9	9	9	9	9	9	9	
	Útlum koncovým odrazem	23	17	12	7	3	1	0	0	
	Útlum tlumiče hluku 1									
	Útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)	12	19	25	21	16	12	15	9	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	0	0	9	22	23	22	18	17	28
L_{vy} Hladina akustického výkonu výustky										
										18
										0
K	Korekce na počet výustek							počet výustek	1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výustek odvodu									29

Tabulka 14 Zhodnocení kritické místnosti při zařízení č. 1

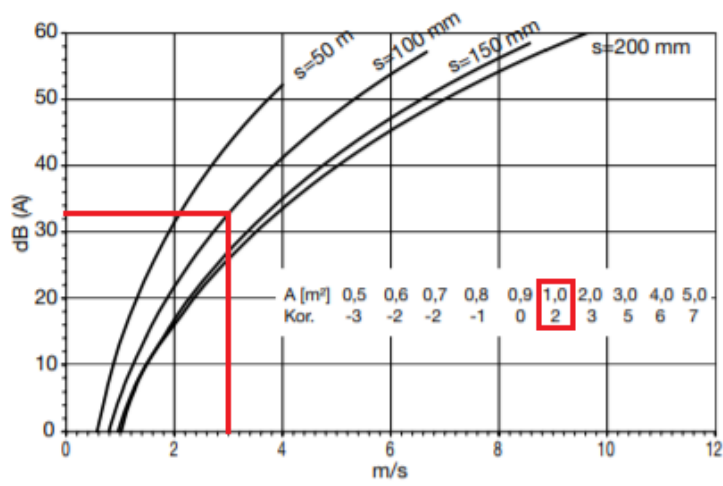
Kritická místnost pro zařízení č. 1										
L _{ws}	Hladina akustického výkonu všech výustek									37
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výustky k posluchači									1
A	Pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů míst.			90	pohltivost		0		18
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									33
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40

2.6.2 Tlumiče pro zařízení č. 2

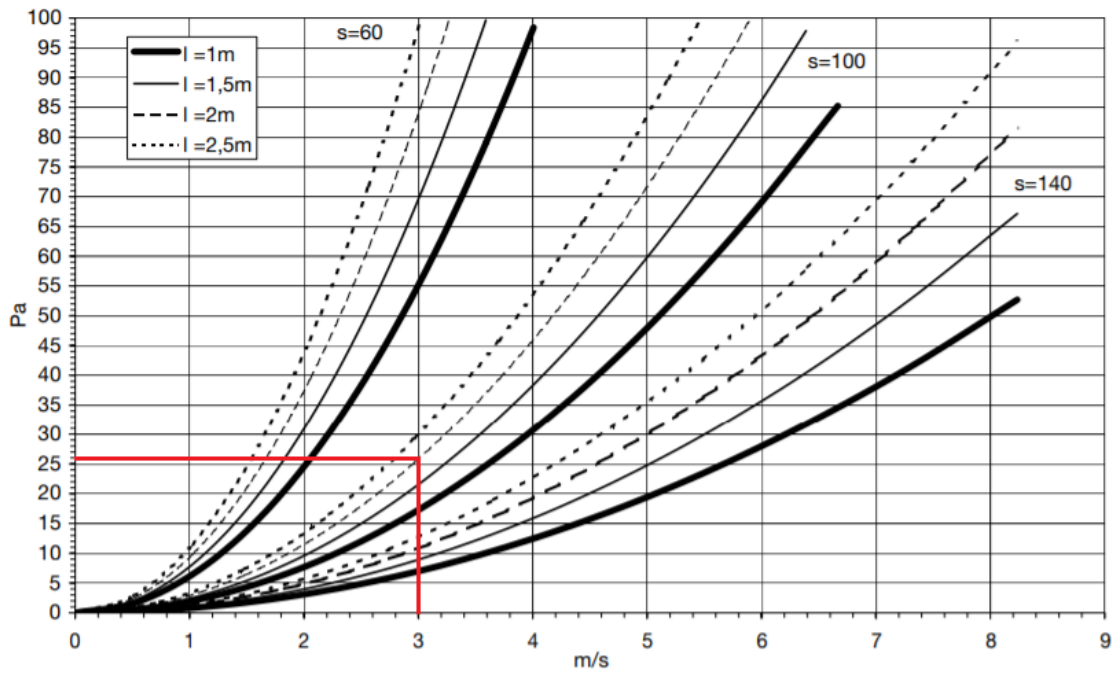
Tabulka 15 Návrh tlumiče zařízení č.2 – přívodní potrubí

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součtová hladina
f	Frekvence (Hz)									
L _{vv}	Hluk ventilátoru									
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	52	62	81	83	87	82	79	81	91
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2									0
L _{vv}	Součet	52	62	81	83	87	82	79	81	91
Přirozený útlum										
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí (7,5m)	5	5	3	2	2	2	2	2	
	Oblouky (6ks)	0	0	0	6	12	18	18	18	
	Odbočka z hlavní větve	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Odbočka k výustce	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem	17	11	6	3	1	0	0	0	
	Útlum tlumiče hluku (SLRS-200-100-1500-700-2000)	6	16	34	50	50	50	33	22	
	Útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)	4	6	8	7	5	4	5	3	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	11	15	20	6	8	-1	12	28	29
Útlumy v místnosti										
L _{vy}	Hladina akustického výkonu žaluzie									25
	Hladina akustického výkonu tlumiče									35
K	Korekce na počet výustek							počet výustek	10	10
L _s	Hladina akustického výkonu všech výustek přívodu									46

Sound power level, inlet: L_{w_i}



Obrázek 2.29 Hladina hluku tlumiče na přívodu zařízení č. 2

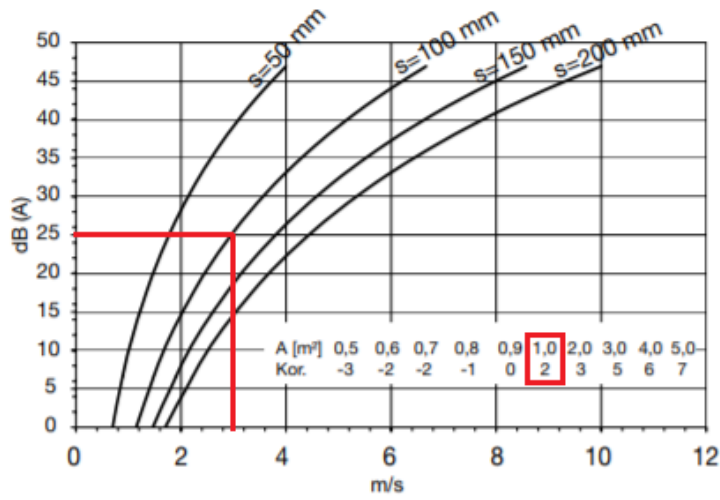


Obrázek 2.30 Tlaková ztráta tlumiče na přívodu zařízení č. 2

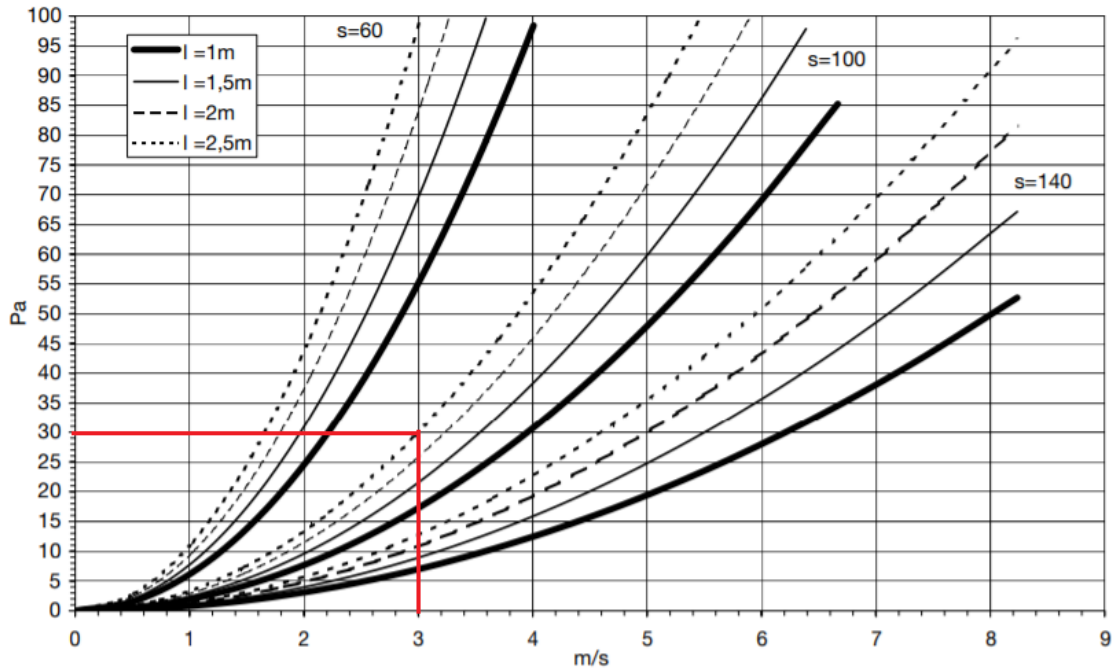
Tabulka 16 Návrh tlumiče zařízení č.2 – odvodní potrubí

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součtová hladina
f	Frekvence (Hz)									
L _w	Hluk ventilátoru									
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	52	59	67	80	84	85	79	72	89
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2									0
L _w	Součet	52	59	67	80	84	85	79	72	89
Přirozený útlum										
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí (9m)	6	5	4	3	2	2	2	2	
	Oblouky (7ks)	0	0	0	7	14	21	21	21	
	Odbočka z hlavní větve	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Odbočka k výústce	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem	19	14	9	4	2	1	0	0	
	Útlum tlumiče hluku 1 (SLRS-200-140-700-300-1000)	3	7	15	23	28	20	13	9	
	Útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)	9	16	21	18	14	10	13	8	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	6	8	10	17	17	23	22	24	29
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									33
	Hladina akustického výkonu tlumiče									29
K	Korekce na počet výústek							počet výústek	1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek přívodu									35

Sound power level, outlet: L_w



Obrázek 2.31 Hladina hluku tlumiče na odvodu zařízení č. 2



Obrázek 2.32 Tlaková ztráta tlumiče na odvodu zařízení č. 2

Tabulka 17 Zhodnocení kritické místnosti při zařízení č. 2

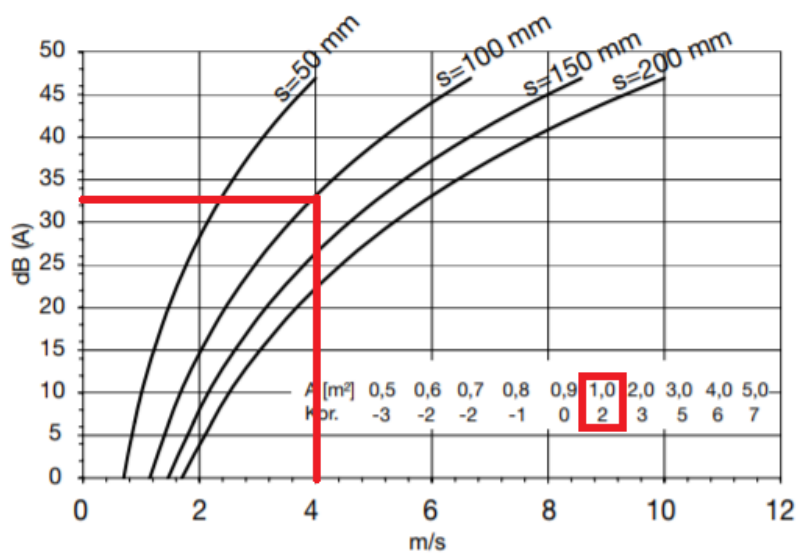
Kritická místnost pro zařízení č. 2									
L_{ws}	Hladina akustického výkonu všech výustek								52
Q	Směrový činitel								2
r	Vzdálenost od výustky k posluchači								2
A	Pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů míst.			1300	pohltivost		0,2	260
L_{sd}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								39
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti								40

2.6.3 Tlumiče směrem do exteriéru

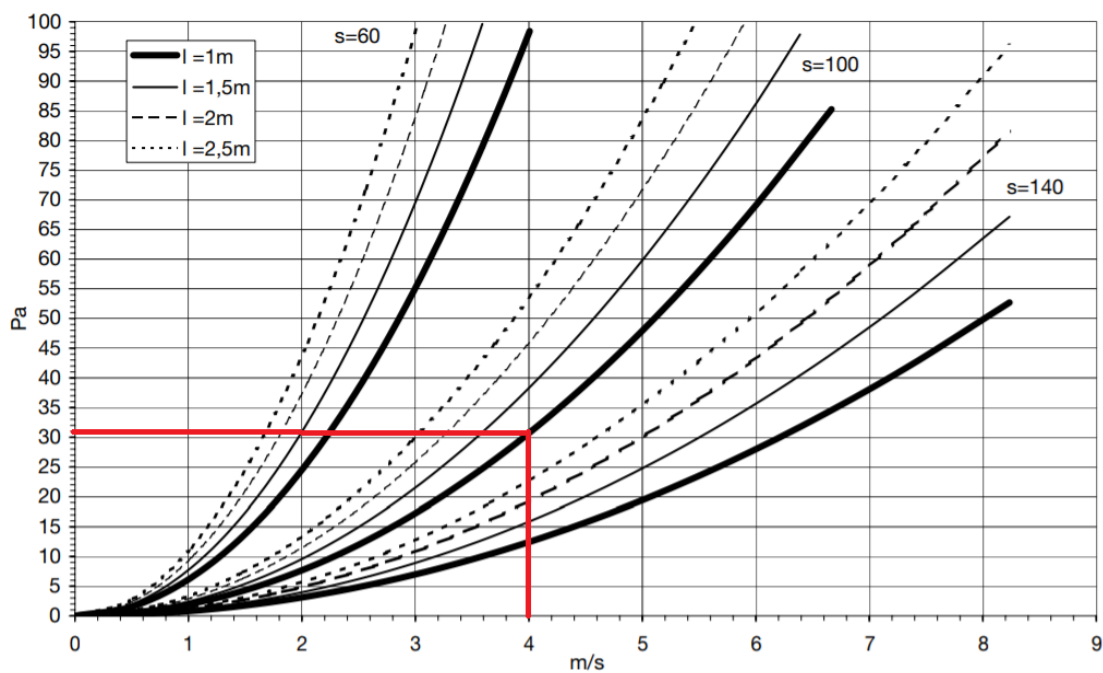
Tabulka 18 Návrh tlumiče do exteriéru – sání

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	43	51	67	62	60	55	50	53	69	
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	46	48	52	60	55	50	44	40	63	
L _w	Součet	48	53	67	64	61	56	51	53	70	
D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (6m)	4	4	3	2	1	1	1	1		
	Oblouky (2ks)	0	0	0	2	4	6	6	6		
	Útlum tlumiče hluku (SLRS-200-100-1200-800-1000)	3	8	18	27	37	29	19	14		
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	41	41	46	33	19	20	25	32	47	
L _{vy}	Hladina akustického výkonu žaluzie									43	
	Hladina akustického výkonu tlumiče									34	
K	Korekce na počet výustek							počet výustek	1	0	
L _s	Hladina akustického výkonu všech výustek přívodu									48	

Sound power level, outlet: L_{w_0}



Obrázek 2.33 Hladina hluku tlumiče na přívodu exteriér

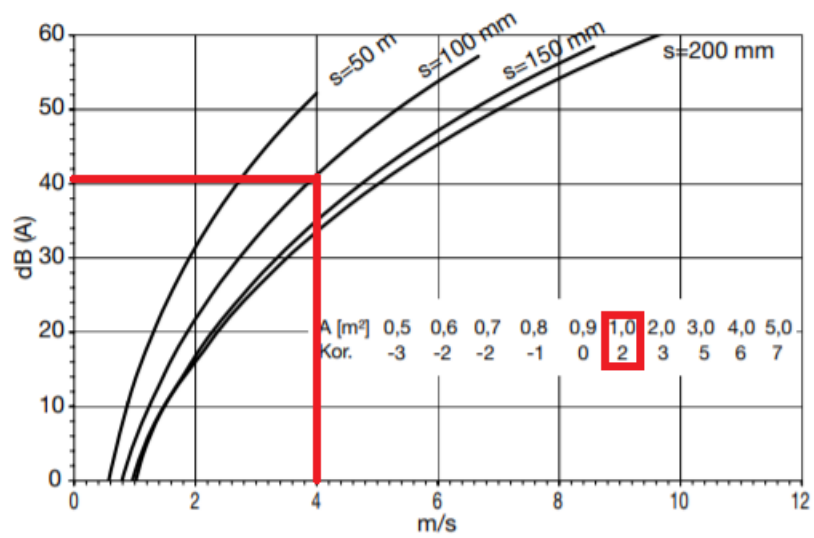


Obrázek 2.34 Tlaková ztráta tlumiče na přívodu exteriér

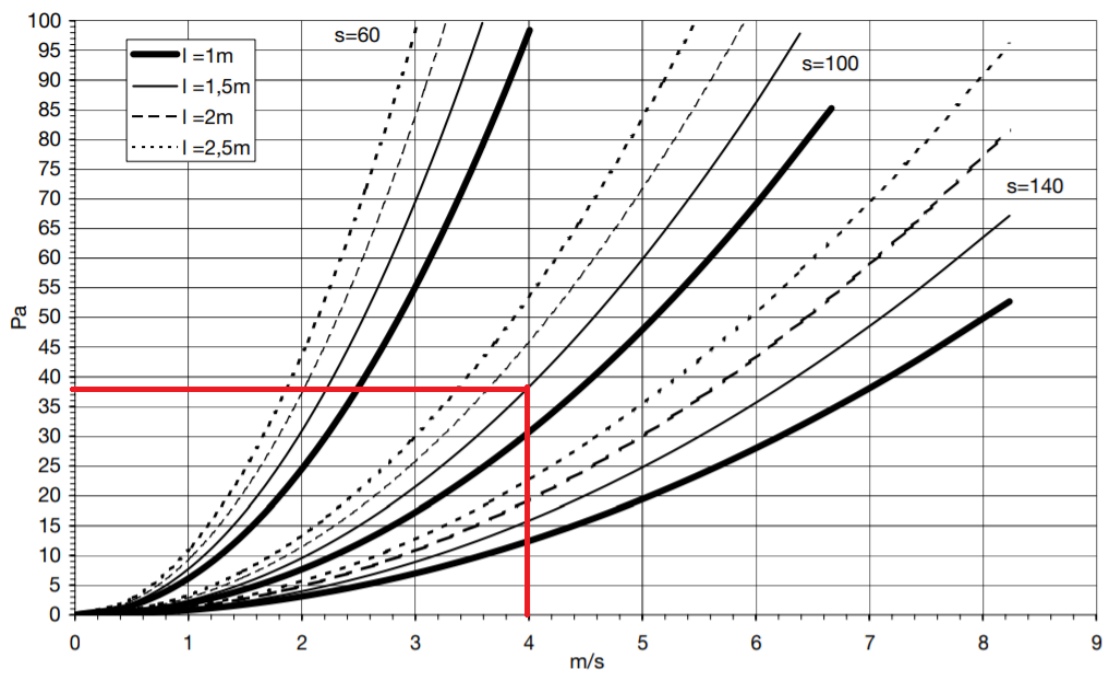
Tabulka 19 Návrh tlumiče do exteriéru - výfuk

OZN.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součtová hladina
f	Frekvence (Hz)									
L _{VV}	Hluk ventilátoru									
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	53	67	76	78	78	73	73	74	84
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	42	48	59	66	68	65	58	51	72
L _{VV}	Součet	53	67	76	78	78	74	73	74	84
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí (7m)	5	4	3	2	1	1	1	1	
	Oblouky (1ks)	0	0	0	1	2	3	3	3	
	Útlum tlumiče hluku (SLRS-200-100-1200-800-1500)	5	12	26	40	50	44	27	18	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	43	51	47	35	25	25	42	52	53
L _{VV}	Hladina akustického výkonu žaluzie									43
	Hladina akustického výkonu tlumiče									43
K	Korekce na počet výústek							počet výústek	1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek odvodu									54

Sound power level, inlet: L_{w_i}



Obrázek 2.35 Hladina hluku tlumiče na odvodu exteriér



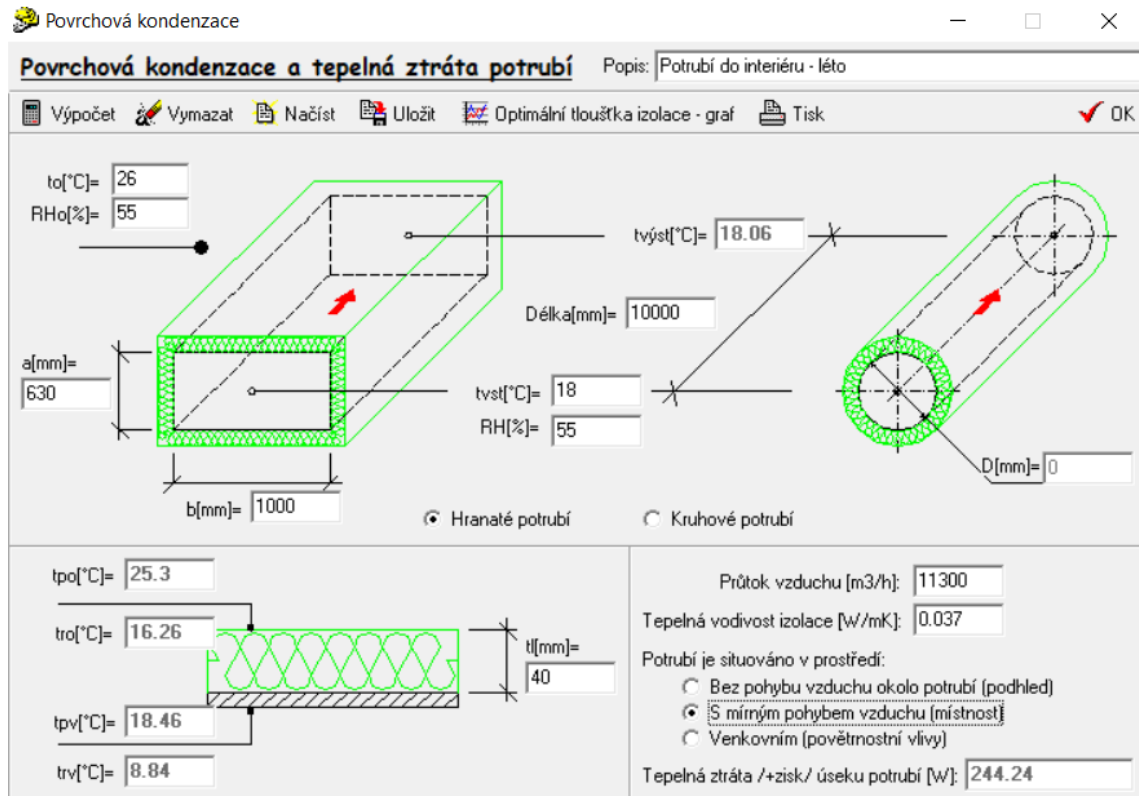
Obrázek 2.36 Tlaková ztráta tlumiče na odvodu exteriér

Tabulka 20 Hladina akustického výkonu v exteriéru

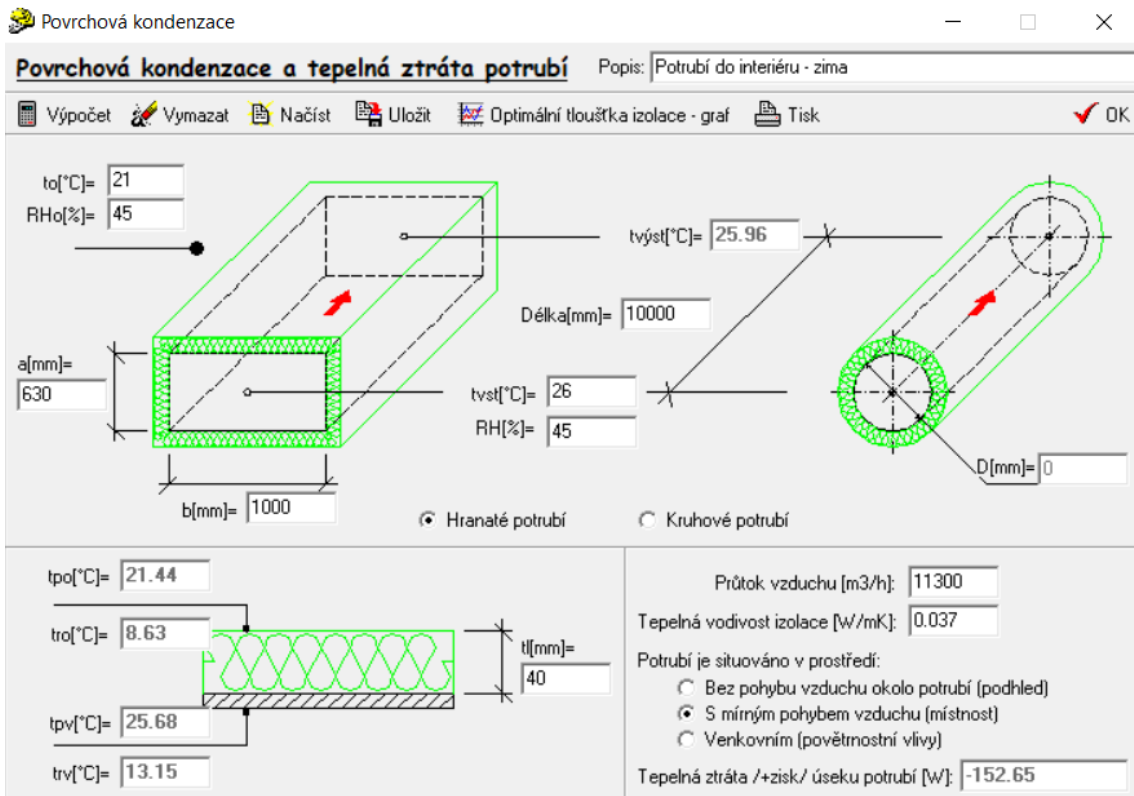
Hladina akustického výkonu sání 4m od žaluzie	31
Hladina akustického výkonu výfuku 4m od žaluzie	37
Celková hladina akustického výkonu 4m od žaluzí	38

2.7 IZOLACE POTRUBÍ

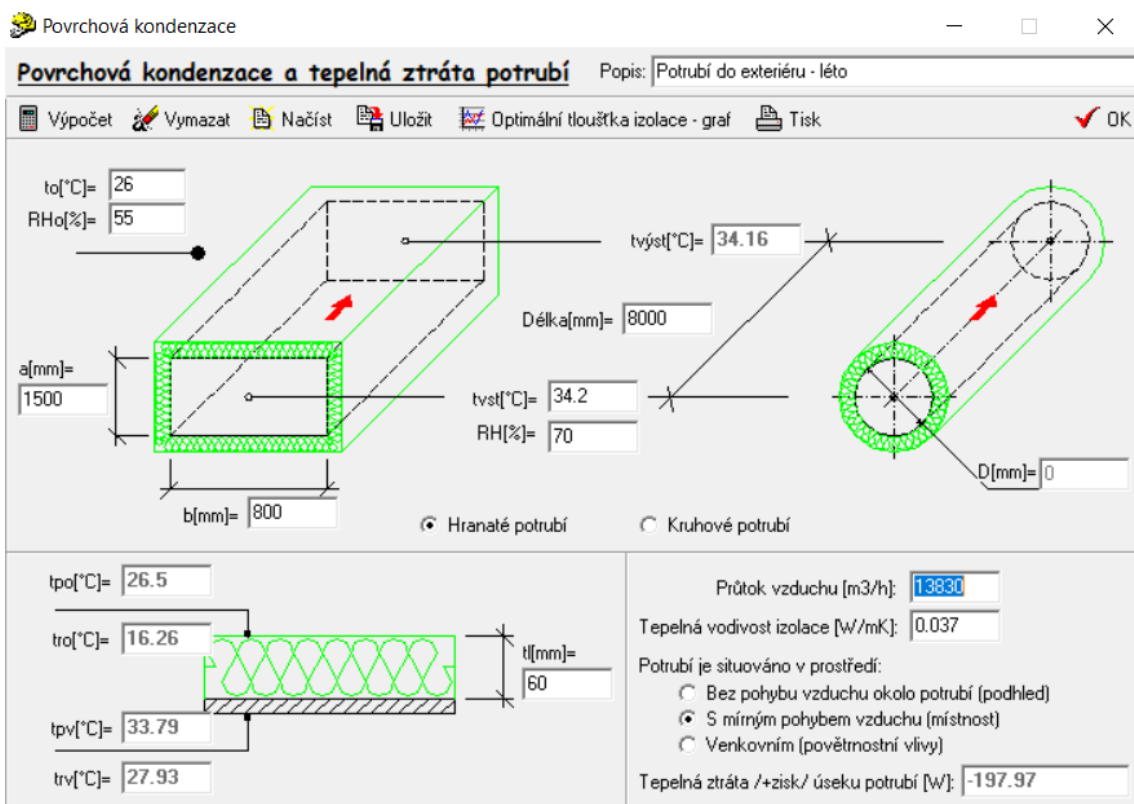
Z důvodu snížení rizika vzniku kondenzace a tepelných ztrát musí být potrubí ve strojově izolováno. Z tepelného hlediska se jedná o potrubí od jednotky směřované do exteriéru a přívodní potrubí do místnosti od zařízení č. 2. ostatní potrubí bude ve strojově izolováno z důvodu snížení hladiny akustického hluku. Použita byla izolace TECHROCK 40 ALS tloušťek 60 a 40 mm, která se skládá z kamenné vlny pokryté hliníkovou folií se skleněnou mřížkou.



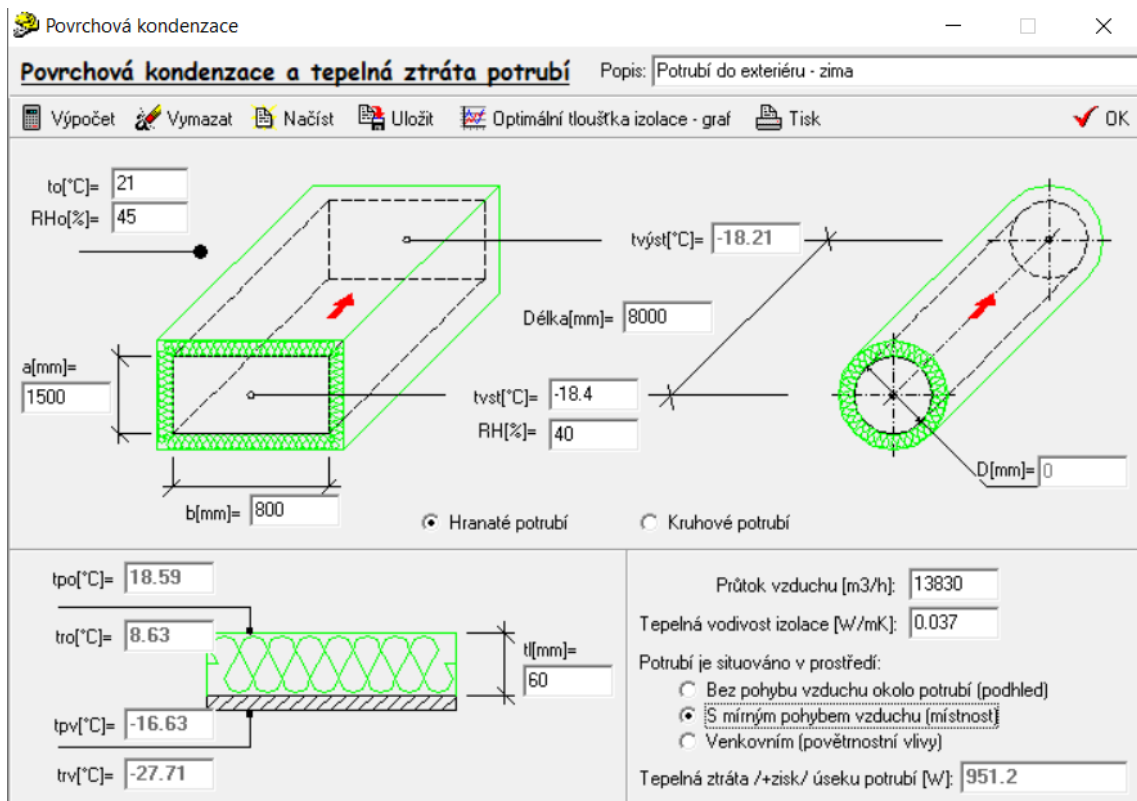
Obrázek 2.37 Návrh izolace potrubí zařízení č. 2 směrem do interiéru v létě



Obrázek 2.38 Návrh izolace potrubí zařízení č. 2 směrem do interiéru v zimě



Obrázek 2.39 Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v létě



Obrázek 2.40 Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v zimě

Potrubí za požárními klapkami u zařízení č. 2 musí být zaizolováno protipožární izolací, a to až k hranici požárního úseku. V tomto případě je použita izolace TECHROCK 60 ALS tl. 40 mm.



Obrázek 2.41 Izolace TECHROCK [13]

2.8 NÁVRH FCU JEDNOTEK

Tabulka 21 Návrh vnitřních jednotek klimatizace

Vnější jednotky						
Č. místností	Název místností	Ochlazovaná Plocha [m ²]	Tepelná zátěž [W]	Návrh vnitřní jednotky	Chladicí výkon - 1 jednotka [W]	Chladicí výkon - celkem [W]
1.NP	1. patro administrativy	121,44	15 225	1x MCY-MHP0806HS8-E	22 400	22 400
2.NP	2. patro administrativy	127,35	10 332	1x MCY-MHP0404HS8-E	12 100	12 100

Tabulka 22 Návrh venkovních jednotek klimatizace

Vnitřní jednotky						
Č. místností	Název místností	Plocha [m ²]	Tepelná zátěž [W]	Návrh vnitřní jednotky	Chladicí výkon - 1 jednotka [W]	Chladicí výkon - celkem [W]
1,01	FOYER	40,00	5 015	2x MMU-AP0094HP1-E	2800	5600
1,02	ZASEDAČKA	30,87	3 870	1x MMU-AP0154HP1-E	4500	4500
1,03	KANCELÁŘ	23,73	2 975	1x MMU-AP0124HP1-E	3600	3600
1,04	KANCELÁŘ	26,84	3 365	1x MMU-AP0124HP1-E	3600	3600
2,01	OPEN SPACE	99,27	8 054	3x MMU-AP0094HP1-E	2800	8400
2,01a	JEDNACÍ MÍSTNOST	28,08	2 278	1x MMU-AP0094HP1-E	2800	2800
			$\Sigma =$	25 557	$\Sigma =$	28500



Obrázek 2.42 Vnitřní jednotky VRF



Obrázek 2.43 Venkovní jednotka klimatizace MiNi SMMS-e

3 Technická zpráva

3.1 Úvod

Předmětem této technické zprávy je vytvoření podkladu k projektové dokumentaci vzduchotechniky výstavní haly i s administrativní částí budovy. Hlavní důvod navržení vzduchotechniky je zajištění dobrého (požadovaného) vnitřního mikroklimatu budovy při jeho využívání.

3.1.1 Podklady pro zpracování

Pro zpracování dokumentace vzduchotechniky byly využity podklady stavební dokumentace objektu. Součástí podkladů pro návrh vzduchotechniky objektu byli využity i příslušné zákony, platné vyhlášky, podklady firem které se zabývají vzduchotechnickým zařízením:

- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku
- ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- Podklady a produktové katalogy firem:
 - Mandík a.s.
 - Remak a.s.
 - Lindab s.r.o.
 - TOSHIBA

3.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Třebíč
Nadmořská výška:	457 m. n. m
Normální tlak vzduchu:	96,2 kPa
Výpočtová teplota vzduchu:	léto: 34,2 °C, zima: -18,4 °C
Enatalpie venkovního vzduchu:	léto 6936 kJ/kg s.v.

3.1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

V souladu s předpisy je uvažována vnitřní teplota větraných místností v zimě 21 °C a v létě 26 °C. Pro dobré mikroklima je potřeba udržovat i vlhkost. V zimním období je navržena na 40 %, v létě je uvažována 55 %. Hladina akustického výkonu ve vnitřních místnostech je max. 40 dB. Není uvažováno s nočním provozem objektu.

3.2 Základní koncepční řešení

Vstup do celého objektu je ze severní strany, a to do foyer administrativní budovy. Z foyer je možný přístup do zbytku administrativní části a také do výstavní haly. Administrativní část je dvoupatrová. V 1. NP se nachází kanceláře, zasedací místnost, hygienické zázemí a kuchyňka. 2.NP je z většiny části open space, kde část je oddělena jako jednací místnost. Dále je zde umístěno hygienické zázemí i zde s kuchyňkou. Hala druhá část, kterou tvoří jedna velká místnost pro samotné vystavování a ve východní části haly je umístěna strojovna vzduchotechniky.

Jedná se vlastně o nucené větrání prostorů, které není možné větrat přirozeně nebo to neumožňuje charakter místností. Objekt byl rozdělen na dva funkční celky, každý obsluhovaný jedním vzduchotechnickým zařízením. Obě jednotky budou rovnotlaké.

Zařízení č. 1 bude obsluhovat administrativní část a bude dopravovat čerstvý vzduch. Ze stavebních výkresů bylo patrné, že administrativní část je vytápěna deskovými otopnými tělesy, proto není potřeba uvažovat nad teplovzdušným vytápěním. Chlazení místností bude provedeno jednotkami VRF. Hygienické místnosti budou podtlakové a většina kanceláří přetlakové.

Zařízení č. 2 bude dopravovat vzduch do výstavní haly. Zde je uvažováno s teplovzdušným vytápěním a klimatizací. Hala bude rovnotlaká. U této jednotky je uvažováno o cirkulaci 69 % vzduchu pro snížení potřeby ohřevu.

3.2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Pro zařízení č. 1 je větrání navrženo minimálně na hygienické minimum čerstvého vzduchu dle předpisů. Zařízení č. 2 potřebný vzduch je navržen na pokrytí tepelných ztrát a zisků (v tomto případě na pokrytí tepelných zisků).

Dle principů návrhu řešení vzduchotechniky.

- Hygienické místnosti budou v podtlaku, aby nedocházelo k šíření zápachů do zbytku objektu. Potřebný vzduch bude přes mřížky ve dveřích a netěsnostech konstrukcí za sousedních místností
- U hygienických místností je navržen min. odvod vzduchu podle předpisů

3.2.2 Technologické větrání a chlazení

V kancelářských místnostech je pro pokrytí tepelných zisků chladicí systém typu Multi-Split. Vždy jedna venkovní jednotka na patro. Jednotky jsou navrženy pro chlazení místností, může se použít ale i k přitápění v zimním období.

3.2.3 Energetické zdroje

Elektrina

Elektrickou energii je potřeba zajistit pro vzduchotechnické jednotky a to přesně pro ventilátory 3NPE, 400 V, 50 Hz. A pro klimatizační jednotky 240V, 50 Hz.

Tepelná energie

K ohřevu vzduchu ve vzduchotechnice bude sloužit vodní ohříváč. Požadovaný teplotní spád vody je 70/50 °C.

Pro chlazení budou použity vodní chladiče. Teplotní spád chladicí vody bude 7/13 °C.

Doprava chladicí a topné vody bude řešena ve speciální dokumentaci.

3.3 Popis technického řešení

3.3.1 Zařízení č. 1

Zařízení č. 1 zajišťuje dopravu čerstvého vzduchu a udržování dobrého vnitřního mikroklima v administrativní části objektu. V této části se nachází kanceláře, zasedací místnosti, jednací místnosti a foyer. Do těchto místností je přiváděn čerstvý vzduch a místnosti budou rovnotlaké nebo přetlakové, záleží jestli není počítáno s infiltrací vzduchu do sousedních místností, které jsou v podtlaku (hygienické zázemí). Jednotka bude dopravovat 2 530 m³/h vzduchu na pokrytí požadavků čerstvého vzduchu.

Jednotka obsahuje klapky na přívodu a odvodu do exteriéru. Přívod vzduchu do jednotky je filtrován z exteriéru filtrem třídy M5 a z interiéru třídou G3. Filtry slouží k čištění vzduchu, aby nebyla zanášena samotná jednotka VZT. Dále jednotka obsahuje deskový rekuperátor s účinností 75 % pro snížení nároků na ohřev. Jednotka obsahuje vodní ohříváč (teplotní spád vody 70/50 °C) a chladič (teplotní spád vody 7/13 °C) pro úpravu teploty vzduchu dopravovaného do místnosti. K dopravě vzduchu potrubím budou sloužit ventilátory. Konec přívodní větve v jednotce je osazen ještě parním zvlhčovačem, který zajišťuje dostatečnou vlhkost vzduchu.

Z jednotky je vzduch čtyřhranným potrubím dopraven do objektu administrativy, kde 100 mm pod stropem pokračuje do jednotlivých místností. Každý distribuční prvek je na potrubí napojen ohebnou hadicí sonoflex. Pro přívodní potrubí byly jako distribuční prvky využity vířivé vyústě pro

rovnoměrné rozšíření vzduchu do celé místnosti. Z kancelářských místností je odvodní větev také osazena vířivými vyústmi. V hygienickém zázemí je odvod řešen pomocí talířových ventilů.

Jednotka je umístěna ve strojovně vzduchotechniky (místnost č. 113). Zde je osazena na základovém rámu tl. 300 mm. Potrubí nacházející se ve strojovně bude zaizolováno. A to 60 mm TECHROCK 40 ALS od jednotky směrem do exteriéru (tepelná izolace) a 40 mm TECHROCK 40 ALS směrem do interiéru (zvuková izolace).

3.3.2 Zařízení č. 2

Zařízení č. 2 dopravuje vzduch pouze do výstavní haly (místnost č. 112). Halu nejde efektivně vytápět, proto bylo zvoleno vytápění vzduchem. S klimatizací je podobný problém, proto bude místnost VZT jednotkou i klimatizována. Jednotka je navržena jako rovnotlaká a bude dopravovat 11 300 m³/h. Toto množství vzduchu je potřeba na pokrytí tepelných zisků místnosti.

Jednotka obsahuje klapky na přívodu a odvodu do exteriéru. Přívod vzduchu do jednotky je filtrován z exteriéru filtrem třídy M5 a z interiéru třídou G3. Filtry slouží k čištění vzduchu, aby nebyla zanášena samotná jednotka VZT. Dále jednotka obsahuje deskový rekuperátor s účinností v létě 79 % pro snížení nároků na ohřev a chlazení. V jednotce se uvažuje se směřováním a to cirkulací 69 % vzduchu. Jednotka obsahuje vodní ohříváč (teplotní spád vody 70/50 °C) a chladič (teplotní spád vody 7/13 °C) pro úpravu teploty vzduchu dopravovaného do místnosti. K dopravě vzduchu potrubím budou sloužit ventilátory. Konec přívodní větve v jednotce je osazen ještě parním zvlhčovačem, který zajišťuje požadovanou vlhkost vzduchu.

Potrubí, které bude dopravovat vzduch, bude zaizolováno stejně jako u zařízení č. 1. Směrem do exteriéru 60 mm a do interiéru 40 mm TECHROCK 40 ALS. Přívodní větev bude zaizolována až k vstupu potrubí do místnosti č. 112 z důvodu zamezení ztráty tepla v potrubí. Na potrubí do interiéru bude nutné umístit protipožární izolaci, a to od požární klapky k hranici požárního úseku.

Jednotka je umístěna ve strojovně VZT stejně jako jednotka č. 1. Umístěna bude na základovém rámu tl. 300 mm. Je umístěna tak, že je k ní dobrý přístup pro revize a opravy jednotky.

3.4 Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních jednotek je nutné zajistit zdroje energie uvedené v technických specifikacích zařízení.

3.5 Měření a regulace

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR:

- Ovládání chodu ventilátorů, siové napájení ovládaných zařízení

- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období – vlečná regulace
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavků
- Protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- Ovládání požárních klapek v případě požáru
- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty:
 - Vypnutí ventilátoru
 - Uzavření klapek
 - Otevření třícestného ventilu
 - Spuštění čerpadla
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátoru pomocí diferenčního snímače tlaku
- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- Snímání a signalizace zanesení filtru
- Poruchová signalizace

3.6 Nároky na související profese

Pro zhotovení a správné fungování vzduchotechniky a klimatizace je potřeba několika profesí, které musí splnit určité požadavky

3.6.1 Stavební úpravy

- Otvory pro VZT potrubí včetně zapravení a úklidu místa
- SDK podhledy
- Zřízení revizních míst pro přístup k částem VZT (regulační klapky, požární klapky)
- Strojovna VZT s vyspádanou a odvodněnou podlahou

3.6.2 Silnoproud

- Sílové napojení všech VZT a klimatizačních zařízení
- Každé zařízení připojit na samostatný jistič

3.6.3 Vytápění

- Připojit vodní ohříváč na topnou vodu s teplotním spádem 70/50 °C
- Připojení vodních chladičů na zdroj chladu s teplotním spádem 7/13 °C

3.6.4 Zdravotní technika

- Zřízení v pustí ve strojovně VZT
- Zajistit odvod kondenzátu od VZT jednotek
- Odvod kondenzátu z klimatizačních jednotek

3.7 Protihluková a protitřesová opatření

Do potrubí VZT byly umístěny kulisové tlumiče hluku. Potrubí je k jednotkám připojeno tlumícími manžetami. Pro zabránění přenosu vibrací do konstrukce objektu budou osazeny na izolační chvění. Potrubí bude na táhlech s tlumící gumou. Distribuční prvky jsou připojeny k potrubí ohebnou hadicí sonoflex.

3.8 Izolace a nátěry

Pro tento projekt je navržena izolace TECHROCK 40 ALS na izolaci potrubí. Z exteriéru do jednotky je navržena tl. 60 mm a zbytek potrubí ve strojovně je zaizolován tloušťkou 40 mm.

3.9 Protipožární opatření

V místech, kde VZT potrubí bude procházet konstrukcemi, které dělí požární úseky, musí být do potrubí vloženy požární klapky. V místě strojovny není možnost umístit klapku přímo do konstrukce, proto se klapka umístí před ni a zbytek potrubí se zaizoluje protipožární izolací TECHROCK 60 ALS tl. 40 mm.

3.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Jednotka bude po částech dopravena do strojovny, kde bude sestavena. Montáž musí provádět proškolení pracovníci a dodržovat BOZP.

Po sestavení se musí vše zkontrolovat. Umístění dle PD, kontrola spojů a izolací. Po této kontrole se zkontroluje funkčnost jednotlivých zařízení a uvede se do zkušebního provozu během kterého se provede i hrubé regulování sestav.

Po zkušebním provozu se provede doregulování jednotek dle projektové dokumentace. Regulují se výkony ventilátorů, regulační klapky, distribuční prvky.

Na konci bude provedeno zaškolení obsluhy zařízení. O proškolení bude sepsán protokol a bude přiložen k dokumentaci.

3.11 Závěr

Navržená vzduchotechnická a klimatizační zařízení splňují požadavky pro udržení dobrého mikroklimatu v místnostech. Zařízení byla navržena tak, aby vznikal komfort pro práci ke které je místnost určena. Navržené průtoky splňují požadavky hygienického minima. Návrh byl proveden dle platných předpisů a norem.

Tabulka 23 Specifikace zařízení č. 1

Zařízení č. 1			
Č. pozice	Specifikace položky	Počet	Jednotka
1.1	VZT jednotka		
1.1.1	VZT jednotka Remax AeroMaster XP 04	1	Ks
	stupeň filtrace M5, deskový rekoperátor s účinností 75%, vodní ohřívač - 9,4kW, vodní chladič - 13,9kW, ventilátor - 1,05kW		
1.2	Tlumiče hluku		
1.2.1	Tlumič Lindab SLRS-200-140-700-300-1000	1	Ks
1.3	Distribuční prvky pro přívod vzduchu		
1.3.1	Výúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 500 C/V/P/24/R	1	Ks
1.3.2	Výúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 500 C/V/P/16/R	6	Ks
1.3.3	Výúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 600 C/V/P/24/R	1	Ks
1.4	Distribuční prvky pro odvod vzduchu		
1.4.1	Výúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 500 C/V/P/16/R	7	Ks
1.4.2	Výúst s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 600 C/V/P/24/R	1	Ks
1.4.3	Talířový ventil Mandík TVOM 80	6	Ks
1.4.4	Talířový ventil Mandík TVOM 125	1	Ks
1.5	Koncové elementy v exteriéru		
1.6	Regulační prvky		
1.6.1	Regulační klapka DS 125	1	Ks
1.6.2	Regulační klapka DS 80	6	Ks
1.7	Protipožární klapky		
1.7.1	Požární klapka FDMA 630x250	2	Ks
1.8	Ohebné potrubí zvukově izolační		
1.8.1	Ohebné potrubí sonoflex Ø250	2,7	bm
1.8.2	Ohebné potrubí sonoflex Ø200	14,3	bm
1.8.3	Ohebné potrubí sonoflex Ø125	1,0	bm
1.8.4	Ohebné potrubí sonoflex Ø80	5,4	bm
1.9	Spiro potrubí		
1.10	Čtyřhranné potrubí		
1.10.1	do obvodu 1890 mm/ 40% tvarovek	34,5	bm
1.10.2	do obvodu 1500 mm/ 20% tvarovek	32,3	bm
1.10.3	do obvodu 1050 mm/ 10% tvarovek	22,7	bm
1.11	Izolace potrubí		
1.11.1	Tepelně zvuková izolace TECHROCK 40 ALS tl. 40 mm	42,0	m ²

Tabulka 24 specifikace zařízení č. 2

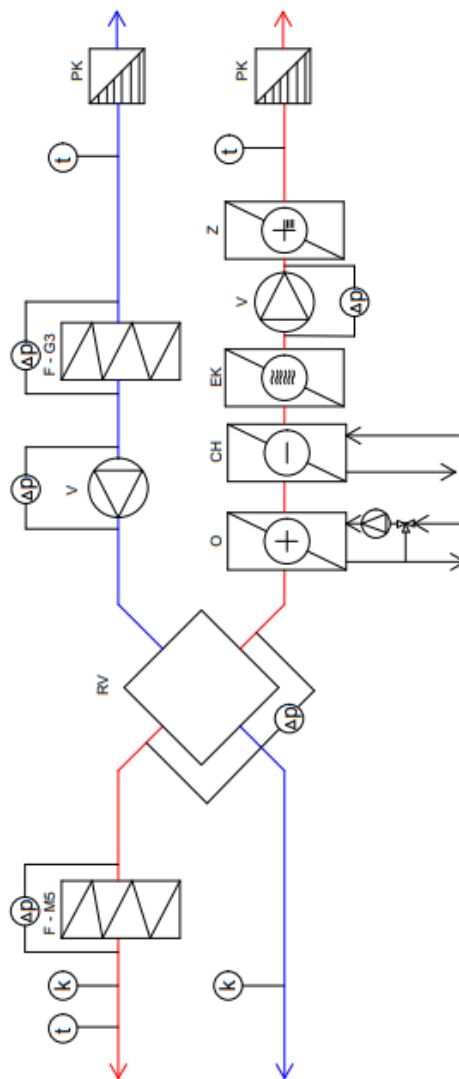
Zařízení č. 2 + vývod do exteriéru			
Č. pozice	Specifikace položky	Počet	Jednotka
2.1	VZT jednotka		
2.1.1	VZT jednotka Remax AeroMaster XP 17	1	Ks
	směšování 69%, vodní ohřivač - 39,6kW, 2x vodní chladič - 46kW a 12,4kW, ventilátor - 4,09kW		
2.2	Tlumiče hluku		
2.2.1	Tlumič Lindab SLRS-200-100-1500-700-2000	2	Ks
2.2.2	Tlumič Lindab SLRS-200-100-1200-800-1000	1	Ks
2.2.3	Tlumič Lindab SLRS-200-100-1200-800-1500	1	Ks
2.3	Distribuční prvky pro přívod vzduchu		
2.3.1	Dýza s dalekým dosahem DDM II 400 S	10	Ks
2.4	Distribuční prvky pro odvod vzduchu		
2.4.1	Výustka pro kruhové potrubí VNKM 1 1225x225/900	1	Ks
2.4.2	Výustka pro kruhové potrubí VNKM 1 1225x225/800	2	Ks
2.4.3	Výustka pro kruhové potrubí VNKM 1 1225x225/710	1	Ks
2.4.4	Výustka pro kruhové potrubí VNKM 1 1225x225/630	1	Ks
2.4.5	Výustka pro kruhové potrubí VNKM 1 1225x125/400	1	Ks
2.5	Koncové elementy v exteriéru		
2.5.1	Dešťová žaluzie Lindab WLA-33 1500x1500	2	Ks
2.6	Regulační prvky		
2.6.1	Regulační klapka kruhová RKKM 400 SL	10	Ks
2.6.2	Regulační klapka kruhová RKKM 630 SL	2	Ks
2.7	Protipožární klapky		
2.7.1	Požární klapka FDMA 1 000x630	2	Ks
2.8	Ohebné potrubí zvukově izolační		
2.8.1	Ohebné potrubí sonoflex Ø400	5	bm
2.9	Spiro potrubí		
2.9.1	Spiro potrubí DN 900, 10% tvarovek	1,8	bm
2.9.2	Spiro potrubí DN 800, 5% tvarovek	3,2	bm
2.9.3	Spiro potrubí DN 710, 30% tvarovek	26,8	bm
2.9.4	Spiro potrubí DN 630, 20% tvarovek	10,5	bm
2.9.5	Spiro potrubí DN 560, 20% tvarovek	8,8	bm
2.9.6	Spiro potrubí DN 400, 15% tvarovek	11,4	bm
2.10	Čtyřhranné potrubí		
2.10.1	do obvodu 3500, 90% tvarovek	30,7	bm
2.10.2	do obvodu 4460, 95% tvarovek	6	bm
2.11	Izolace potrubí		
2.11.1	Tepelně zvuková izolace TECHROCK 40 ALS tl. 60 mm	78	m ²
2.11.2	Tepelně zvuková izolace TECHROCK 40 ALS tl. 40 mm	50	m ²
2.11.3	Tepelně zvuková izolace TECHROCK 60 ALS tl. 40 mm	13	m ²

LEGENDA

RV - REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK
 V - VENTILÁTOR
 F - FILTR
 O - OHŘÍVAČ
 CH - CHLADIČ
 EK - ELIMINÁTOR KAPEK
 Z - ZVLHČOVAČ
 PK - POŽÁRNÍ KLAPKA

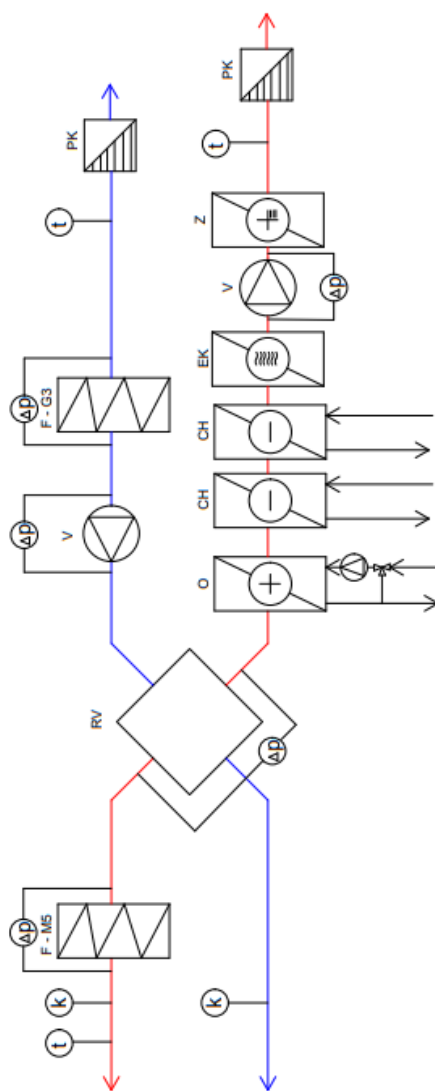
Ⓣ - TEPLOTNÍ ČIDLO
 Ⓚ - UZAVÍRACÍ KLAPKA
 ⒶⒹ - TLAKOVÉ ČIDLO

— PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
 — ODVODNÍ POTRUBÍ



Obrázek 3.1 Schéma zařízení č. 1

- LEGENDA**
- RV - REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK
 - V - VENTILÁTOR
 - F - FILTR
 - O - OHRÍVAČ
 - CH - CHLADIČ
 - EK - ELIMINÁTOR KAPEK
 - Z - ZVLHČOVAČ
 - PK - POŽÁRNÍ KLAPKA
 - t - TEPLOTNÍ ČIDLO
 - k - UZAVÍRACÍ KLAPKA
 - ap - TLAKOVÉ ČIDLO
 - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
 - ODVODNÍ POTRUBÍ



Obrázek 3.2 Schéma zařízení č. 2

4 Použité zdroje

- [1] VZT potrubí - spiro, flexibilní, izolované, kruhové, čtyřhranné. *Ventilatory.net - ventilátory a díly pro vzduchotechniku* [online]. Copyright © 2016 Ventilatory.net. All Rights Reserved. [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/vzt-potrubí>
- [2] Produktová řada - Mandik. *Vzduchotechnika, protipožární technika - Mandik* [online]. Copyright © MANDÍK, [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.mandik.cz/produktova-rada>
- [3] Práh sluchu a sluchové pole – WikiSkripta. *301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h_sluchu_a_sluchov%C3%A9_pole
- [4] Obecné informace o zvuku - Paroc.cz. *Paroc stone wool insulation solutions and products - Paroc.cz* [online]. Copyright © Paroc Group 2021 [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.paroc.cz/knowhow/zvuk/obecne-informace-o-zvuku>
- [5] Co je hladina akustického tlaku | Stiebel Eltron. *301 Moved Permanently* [online]. Copyright © 2021 [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.stiebel-eltron.cz/cs/sluzby/slovník/hladina-akustickeho-tlaku.html>
- [6] Co je akustický výkon / akustický tlak? | Daikin. [online]. Copyright © Daikin [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: https://www.daikin.cz/cs_cz/casto-kladene-otazky/co-je-akusticky-vykon-akusticky-tlak.html
- [7] Hluk ve vzduchotechnice, zpětné získávání tepla - PDF Stažení zdarma. *Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací.* [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/9757711-Hluk-ve-vzduchotechnice-zpetne-ziskavani-tepla.html>
- [8] Hluk a zdraví. *Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze* [online]. Copyright © 2009 Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: http://www.khsstc.cz/dokumenty/hluk-a-zdravi_1462_160_1.html
- [9] *Greif-akustika s.r.o - nezávislá společnost snižující hluk* [online]. Copyright © [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://greif.cz/wp-content/uploads/2020/07/its122-01-kruhove-tlumice-hluku-gd.pdf>
- [10] *Komplexní dodávky vzduchotechniky a technických zařízení budov* [online]. Copyright ©s [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.azklima.com/wp-content/uploads/2019/04/Katalog-vzduchotechnick%C3%A9ho-p%C5%99%C3%AD-slu%C5%A1enstv%C3%AD.pdf>
- [11] Protihlukové žaluzie | Vzduchotechnika a klimatizace | Produkty | Izomat. *Izomat* [online]. Copyright © [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <http://www.izomat.com/produkty/vzduchotechnika-a-klimatizace/protihlukove-zaluzie/>

- [12] Potrubní elementy pro montáž vzduchotechniky. *Ventilatory.net - ventilátory a díly pro vzduchotechniku* [online]. Copyright © 2016 Ventilatory.net. All Rights Reserved. [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/potrubni-elementy>
- [13] Produkty z nehořlavé kamenné vlny pro izolaci TZB a protipožární ochranu. *Izolujte nehořlavým materiálem – kamennou vatou ROCKWOOL* [online]. Dostupné z: <https://www.rockwool.cz/produkty/izolace-pro-tzb-a-protipozarni-ochranu/>
- [14] Šíření zvuku dělicími stěnami | TOPIN. *TOPIN - Topenářství instalace* [online]. Copyright © Topin Media, s. r. o. Autorská práva jsou vyhrazena a vykonává je vydavatel [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/sireni-zvuku-delicimi-stenami-detail-4475>
- [15] Domkář, Vít, Akustika - Vybrané kapitoly pro architekty a designéry, ČVUT
- [16] Ekosoftware s.r.o. - mezní frekvence oktákových pásem. *Ekosoftware s.r.o., nejen software pro hluk a vibrace* [online]. Copyright © [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.ekosoftware.cz/mezni-frekvence-oktavovych-pasem>
- [17] Av technika 3. *Share and Discover Knowledge on SlideShare* [online]. Dostupné z: https://www.slideshare.net/olc_user/av-technika-3
- [18] Vysoké učení technické v Brně. *Vysoké učení technické v Brně* [online]. Copyright © 2021 VUT [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/>
- [19] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8.
- [20] Kulisové tlumiče | TROX Austria GmbH organizační složka. *Homepage | TROX Austria GmbH organizační složka* [online]. Copyright © TROX Austria GmbH [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.trox.cz/tlumi%C4%8De-hluku/kulisov%C3%A9-tlumi%C4%8De-db623e78f1e9a551>
- [21] LDC-B 500-1200 - Tlumiče - Systemair. *301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: <https://shop.systemair.com/cs-CZ/ldc--b--500--1200/p115584>
- [22] Čtyřhranné komponenty - Vzduchotechnika Zmrzlík s.r.o.. [online]. Copyright © 2019 [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <http://www.vzt-zmrzlik.cz/cs/komponenty/thg.php>
- [23] Kruhové tlumiče hluku. [online]. Dostupné z: <https://klimatshop.sk/cs/61-tlumice-hluku>
- [24] ISOVER ML-3 | E-ISOVER - tepelné izolace, zvukové izolace a protipožární izolace. *ISOVER: tepelné izolace, zvukové izolace a protipožární izolace* [online]. Copyright © Divize Isover, Saint [cit. 28.05.2021]. Dostupné z: <https://www.e-isover.cz/ml-3>
- [25] Kovodružstvo Strážov | Příslušenství ventilátorů | kovostrazov.cz. *Kovodružstvo Strážov / Hlavní stránka / kovostrazov.cz* [online]. Dostupné z: <http://www.kovostrazov.cz/prislusenstvi-ventilatoru.html>

5 Seznam obrázků, tabulek

5.1.1.1.1 Obrázky

Obrázek 1.1 Oblast slyšitelnosti zvuku člověkem [3].....	17
Obrázek 1.2 Šíření zvuku v místnosti [14].....	18
Obrázek 1.3 Činitel směrnosti [15]	19
Obrázek 1.4 Oktávová frekvenční pásma [16].....	19
Obrázek 1.5 Šíření hluku ve vzduchotechnice [7].....	20
Obrázek 1.6 Druhy vlnoploch [17].....	21
Obrázek 1.7 Typy proudění vzduchu v potrubí.....	21
Obrázek 1.8 Schéma šíření hluku ze vzduchotechnického zařízení [19]	22
Obrázek 1.9 Hranatý kulisový tlumič [20].....	24
Obrázek 1.10 Kruhový tlumič s kulisou [21]	24
Obrázek 1.11 Buňkový tlumič [22].....	24
Obrázek 1.12 Kruhový tlumič [23]	25
Obrázek 1.13 Kruhový tlumič s jádrem [23]	25
Obrázek 1.14 Kruhové ohebné potrubí [1].....	25
Obrázek 1.15 Hranatá tlumící vložka [10].....	26
Obrázek 1.16 Kruhová tlumící vložka [10]	26
Obrázek 1.17 Tlumící dešťová žaluzie [11]	26
Obrázek 1.18 Schéma tlumící žaluzie [12]	26
Obrázek 1.19 Izolace potrubí [24]	27
Obrázek 1.20 Izolátor chvění [25].....	27
Obrázek 1.21 Limity chráněných venkovních prostor 1) hluk stacionárních zdrojů, 2) hluk z doprava silnic III. třídy 3) hluk z dopravy na dálnicích a silnicích I. a II. třídy 4) Hluk ze staré hlukové zátěže dopravy [14].....	28
Obrázek 1.22 Limity chráněných vnitřních prostor [14]	28
Obrázek 2.1 Rozdělení na funkční celky	32
Obrázek 2.2 Tepelné zisky místnosti č. 103.....	34
Obrázek 2.3 Tepelné zisky místnosti č. 201	35
Obrázek 2.4 Tepelné zisky místnosti č. 112	37
Obrázek 2.5 Tepelná ztráta haly	38
Obrázek 2.6 Tlakové poměry v objektu	39
Obrázek 2.7 Vyúst s vířivým výtokem vzduchu VVM.....	43
Obrázek 2.8 Tlaková ztráta a akustický výkon	43
Obrázek 2.9 Tlaková ztráta a akustický výkon	43
Obrázek 2.10 Tlaková ztráta a akustický výkon	44
Obrázek 2.11 Tlaková ztráta a akustický výkon	44
Obrázek 2.12 Tlaková ztráta a akustický výkon	44
Obrázek 2.13 Tlaková ztráta a akustický výkon	44
Obrázek 2.14 Talířový ventil TVOM, TVPM	45

Obrázek 2.15 Tlaková ztráta a akustický výkon	45
Obrázek 2.16 Tlaková ztráta a akustický výkon	45
Obrázek 2.17 Tlaková ztráta a akustický výkon	45
Obrázek 2.18 Dýza s dalekým dosahem.....	46
Obrázek 2.19 Tlaková ztráta a akustický výkon	46
Obrázek 2.20 Vyústka pro kruhové potrubí.....	46
Obrázek 2.21 Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění VNKM 1225x125.....	47
Obrázek 2.22 Tlaková ztráta, akustický výkon a rychlost proudění VNKM 1225x225.....	47
Obrázek 2.23 Schéma dimenzí 1.NP	48
Obrázek 2.24 Schéma dimenzí 2.NP	49
Obrázek 2.25 H-x diagram zařízení č. 1.....	57
Obrázek 2.26 H-x diagram zařízení č. 2.....	61
Obrázek 2.27 Hladina hluku tlumiče na přívodu zařízení č. 1.....	63
Obrázek 2.28 Tlaková ztráta tlumiče na přívodu zařízení č. 1	63
Obrázek 2.29 Hladina hluku tlumiče na přívodu zařízení č. 2.....	66
Obrázek 2.30 Tlaková ztráta tlumiče na přívodu zařízení č. 2	66
Obrázek 2.31 Hladina hluku tlumiče na odvodu zařízení č. 2	68
Obrázek 2.32 Tlaková ztráta tlumiče na odvodu zařízení č. 2	68
Obrázek 2.33 Hladina hluku tlumiče na přívodu exteriér	71
Obrázek 2.34 Tlaková ztráta tlumiče na přívodu exteriér.....	71
Obrázek 2.35 Hladina hluku tlumiče na odvodu exteriér	73
Obrázek 2.36 Tlaková ztráta tlumiče na odvodu exteriér.....	73
Obrázek 2.37 Návrh izolace potrubí zařízení č. 2 směrem do interiéru v létě.....	75
Obrázek 2.38 Návrh izolace potrubí zařízení č. 2 směrem do interiéru v zimě	76
Obrázek 2.39 Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v létě.....	76
Obrázek 2.40 Návrh izolace potrubí směrem do exteriéru v zimě	77
Obrázek 2.41 Izolace TECHROCK [13].....	77
Obrázek 2.42 Vnitřní jednotky VRF.....	78
Obrázek 2.43 Venkovní jednotka klimatizace MiNi SMMS-e.....	79

5.1.1.1.2 Tabulky

Tabulka 1 Útlum v obloucích a kolenech s vodícími plechy.....	23
Tabulka 2 Klimatické podmínky	29
Tabulka 3 Návrh vnitřního prostředí.....	30
Tabulka 4 Součinitele prostupu tepla	31
Tabulka 5 Návrh množství přiváděného a odváděného vzduchu	41
Tabulka 6 Návrh distribučních prvků přívodu	42
Tabulka 7 Návrh distribučních prvků odvodu	42
Tabulka 8 Dimenze a tlaková ztráta pro přívod zařízení č. 1	50
Tabulka 9 Dimenze a tlaková ztráta pro odvod zařízení č. 1.....	51
Tabulka 10 Dimenze a tlaková ztráta pro přívod zařízení č. 2	52

Tabulka 11 Dimenze a tlaková ztráta pro odvod zařízení č. 2	53
Tabulka 12 Návrh tlumiče zařízení č.1 – přívodní potrubí	62
Tabulka 13 Návrh tlumiče zařízení č.1 – odvodní potrubí	64
Tabulka 14 Zhodnocení kritické místnosti při zařízení č. 1	64
Tabulka 15 Návrh tlumiče zařízení č.2 – přívodní potrubí	65
Tabulka 16 Návrh tlumiče zařízení č.2 – odvodní potrubí	67
Tabulka 17 Zhodnocení kritické místnosti při zařízení č. 2	69
Tabulka 18 Návrh tlumiče do exteriéru – sání	70
Tabulka 19 Návrh tlumiče do exteriéru - výfuk	72
Tabulka 20 Hladina akustického výkonu v exteriéru	74
Tabulka 21 Návrh vnitřních jednotek klimatizace	78
Tabulka 22 Návrh venkovních jednotek klimatizace	78
Tabulka 23 Specifikace zařízení č. 1	88
Tabulka 24 specifikace zařízení č. 2	89

Přílohy

Výkres č. 1 – Půdorys 1.NP

Výkres č. 2 – Půdorys 2.NP

Výkres č. 3 – Řezy A-A, B-B